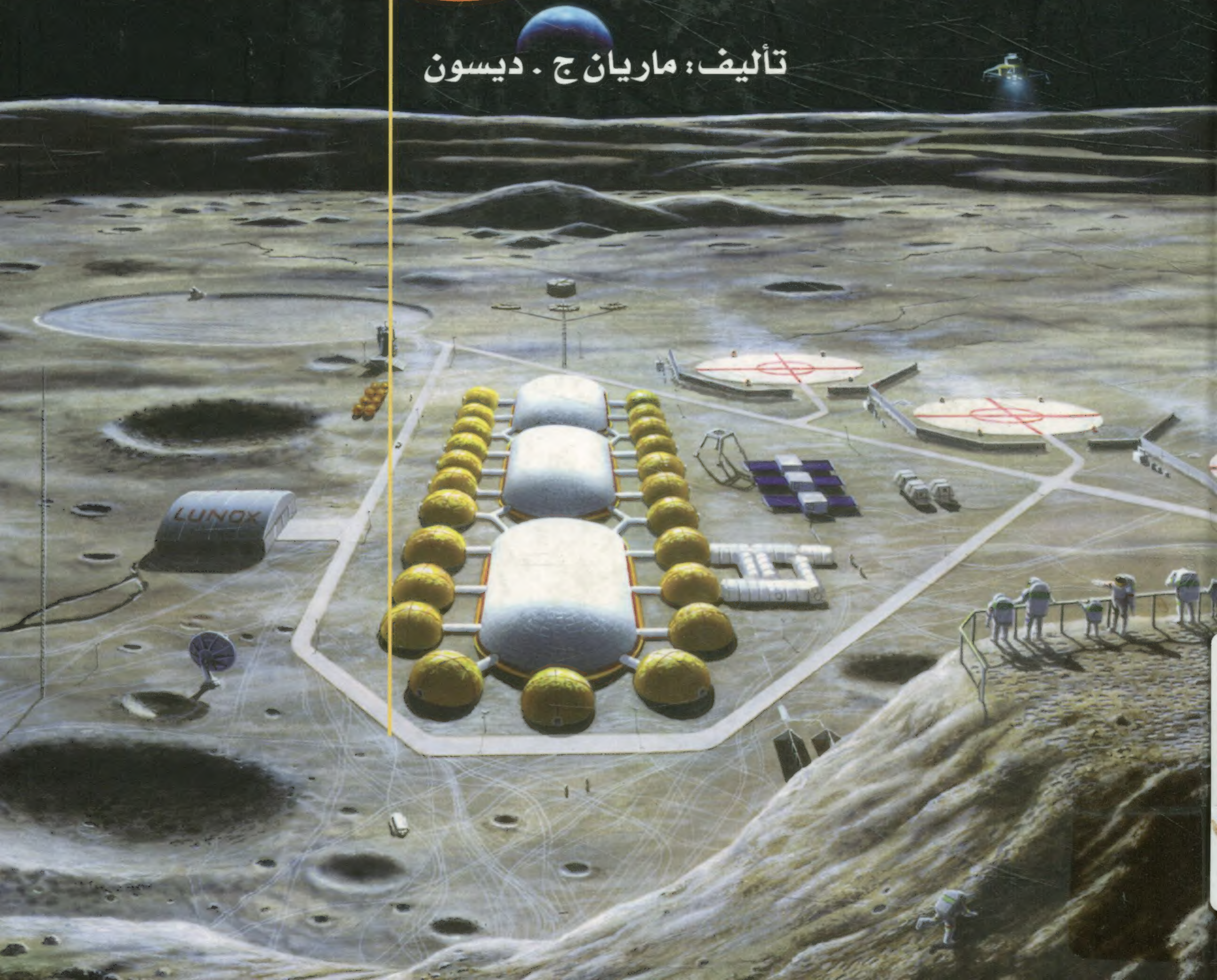


# منزل فوق القمر

الحياة على حدود الفضاء

تأليف: ماريان ج. ديسون















منزل فوق

الحياة على حدود الضمير

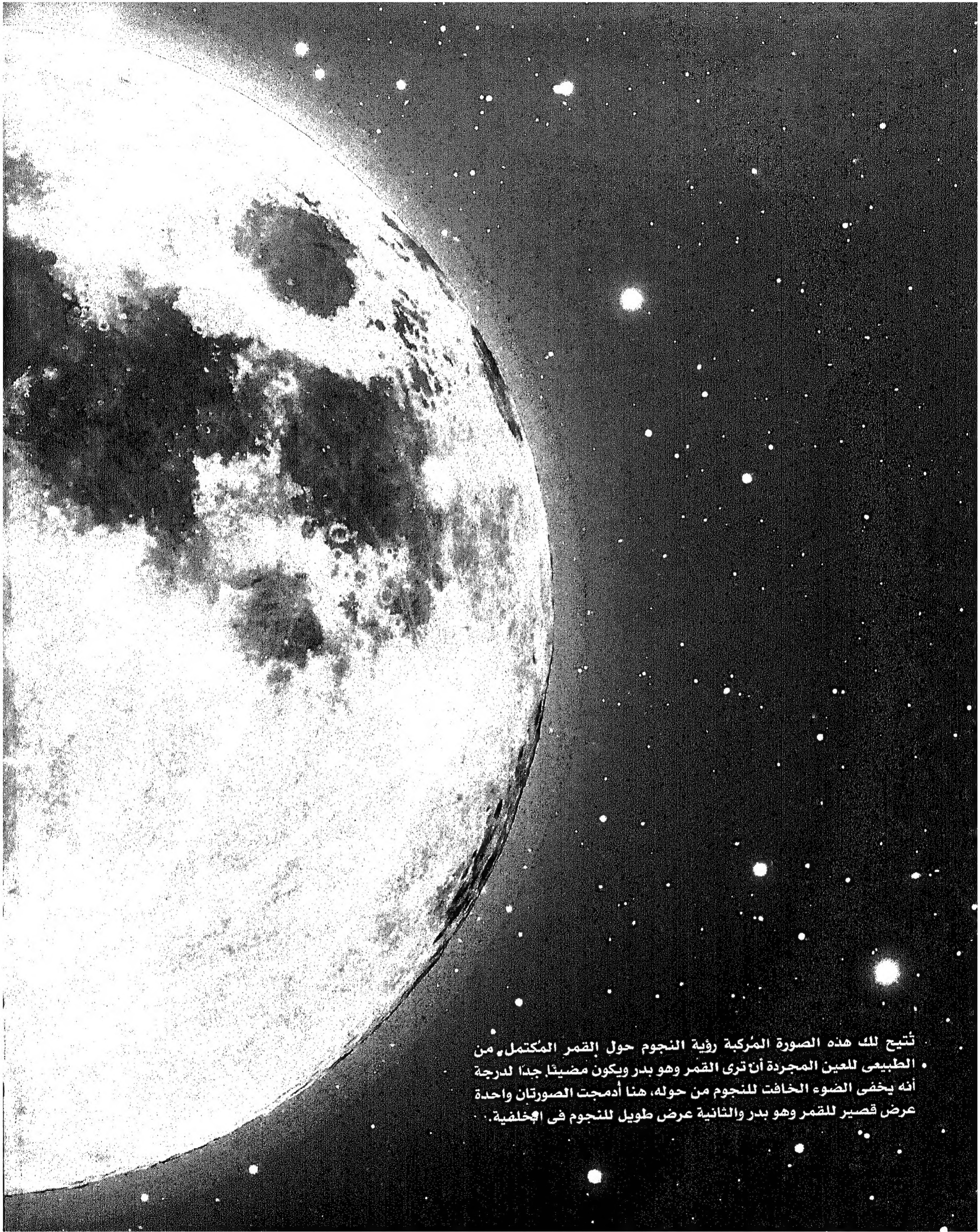


**USAID**

من الشعب الأمريكي







تتيح لك هذه الصورة المركبة رؤية النجوم حول القمر المكتمل من الطبيعي للعين المجردة أن ترى القمر وهو بدر ويكون مضيئاً جداً لدرجة أنه يخفي الضوء الخافت للنجوم من حوله، هنا أدمجت الصورتان واحدة عرض قصير للقمر وهو بدر والثانية عرض طويل للنجوم في الإخلفية.





منبزل فوق

الحياة على حدود الفضاء

الكاتب: ماريان ج. ديسون

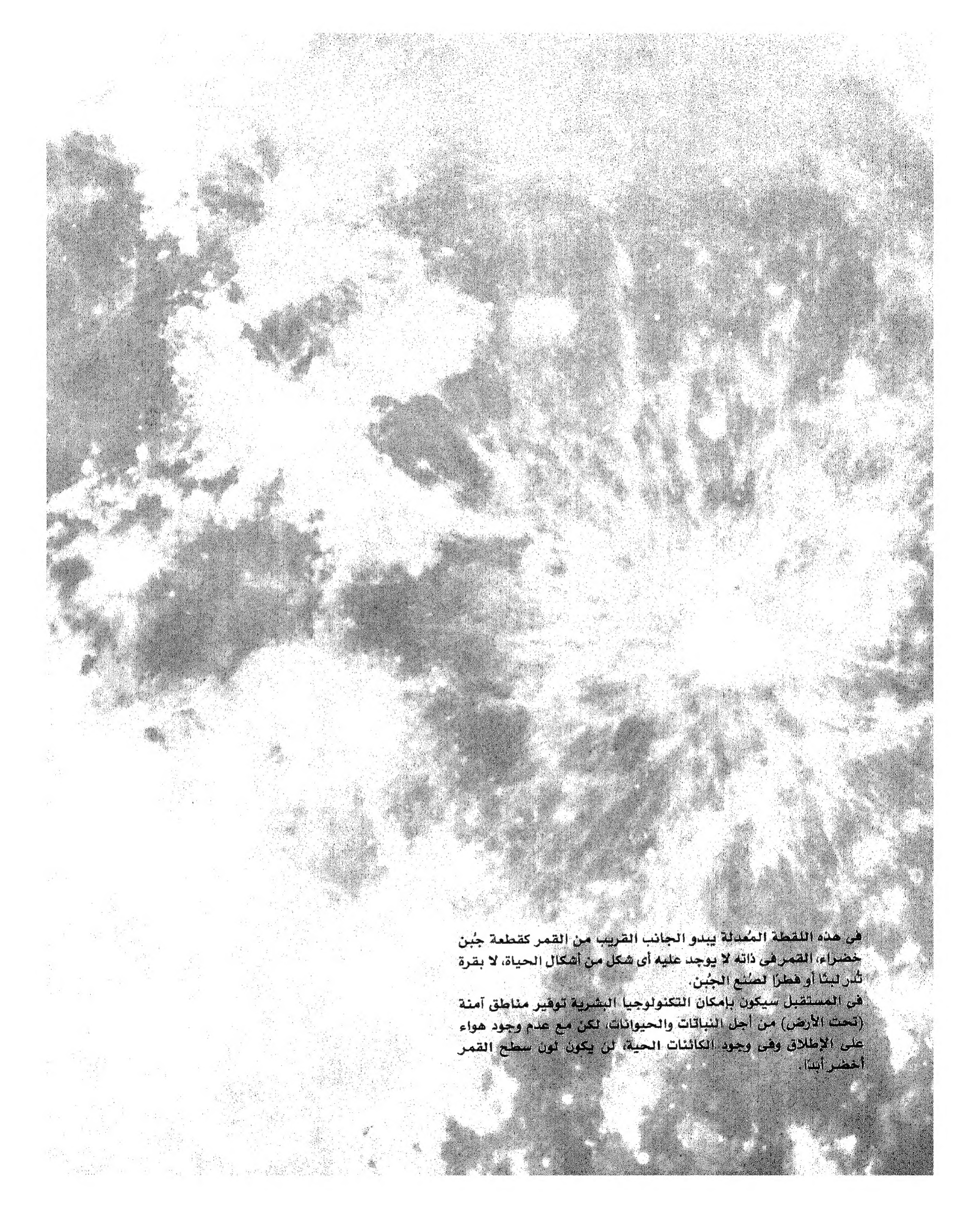


NATIONAL GEOGRAPHIC



الطبعة والنشر والتوزيع  
للشركة للنشر





في هذه اللقطة المعدلة يبدو الجانب القريب من القمر كقطعة جبن خضراء، القمر في ذاته لا يوجد عليه أى شكل من أشكال الحياة، لا بقرة ثور ليثا أو فطرًا تصنع الجبن.

في المستقبل سيكون بإمكان التكنولوجيا البشرية توفير مناطق آمنة (تحت الأرض) من أجل النباتات والحيوانات، لكن مع عدم وجود هواء على الإطلاق وفي وجود الكائنات الحية، لن يكون لون سطح القمر أخضر أبدًا.



# المحتويات

8	القمر الجديد
14	2 القمر المتغير
24	3 القمر الغنى بالموارد
34	4 العودة إلى القمر
48	5 الحياة داخل القمر
58	المصطلحات
61	رجال القمر
62	الكشاف



العنوان: منزل فوق القمر: الحياة على حدود الفضاء

تأليف: ماريان ج. ديسون

ترجمة: سماح عبد الحكيم محمد

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم

Original English title: Home on the Moon, Living on a Space Frontier  
Text Copyright © 2003 by Marianne J. Dyson. All rights reserved.  
Published by arrangement with National Geographic Society,  
1145 17th Street, N.W. Washington, D.C. 20036-4688, U.S.A.

ترجمة كتاب Home on the Moon, Living on a Space Frontier تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع  
بترخيص من National Geographic Society

يحظر طبع أو تصوير أو تخزين أى جزء من هذا الكتاب سواء النص أو الصور بأية وسيلة من وسائل تسجيل البيانات، إلا بإذن كتابى صريح من الناشر.



الطبعة 1: أغسطس 2007

رقم الإيداع: 2007/15268

الترقيم الدولى: 4-3915-14-977

الإدارة العامة، 21 شارع أحمد عرابي - المهندسين - الجيزة تليفون، 33466434 - 33472864 02 فاكس، 33462576 02	المركز الرئيسى، 80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر تليفون، 38330287 - 38330289 02 فاكس، 38330296 02	مركز التوزيع، 18 شارع كامل صدقي - الفجالة - القاهرة تليفون، 25909827 - 25908895 02 فاكس، 25903395 02	فرع الإسكندرية، 408 طريق الحرية - رشدى تليفون، 5462090 03	فرع المنصورة، 13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام تليفون، 2221866 050
---	--	---	---	---

Website: [www.nahdetmisr.com](http://www.nahdetmisr.com) E-mail: [publishing@nahdetmisr.com](mailto:publishing@nahdetmisr.com) — [customerservice@nahdetmisr.com](mailto:customerservice@nahdetmisr.com)



## كلمة المؤلفة

صعدت إلى القمر وأنا طفلة صغيرة، ورأيت جباله المهيبة وفوهات براكينه ذات الظلال من خلال عيون رواد فضاء رحلة «أبوللو». ودفعني شغفى بالمعرفة لقراءة كتب الخيال العلمى والحقائق العلمية. ونشرت ما تعلمته فى أول كتبى «برنامج أبوللو»، ولقد حصل ذلك الكتاب المطبوع يدوياً الممتلئ بقصاصات المجالات على تقدير «ممتاز» من معلمة اللغة الإنجليزية بالصف الثامن.

لم يخفت اهتمامى المبكر بالفضاء، بل ساقنى لى أحصل على درجة علمية فى الفيزياء، ولكى أصبح واحدة من أول عشر سيدات تعمل فى القيادة المركزية للمهمات بالوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا). كنت أتبع ملاحى المركبات الفضائية فى المدار من خلال البيانات التى كانت تصلنى، كنت أستغرق فى التفكير لحل المشكلات وأكتب الخطوات للمساعدة فى حلها. وبعد أن تركت الوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا) لتربية أبنائى، كان ينبغى على أن أكتب عن الفضاء.

ككاتبة، عايشت برنامج الفضاء من وجهة أقل فنية. رأيت وشعرت بالقوة الهائلة للإطلاق الليلى فى مركز كنيدي للفضاء، لاشك أن الضوء ينتقل أسرع من الصوت! وهل تدرى معنى أن تلتصق الدموع بعينيك فى سقوط حر؟ لقد حدث لى ذلك عندما كنت أعيش بدون جاذبية فى مركبة فضاء «ناسا كى سى 135». ولن تصدق كم صرت بلهاء عندما حرمت من الأكسجين...

ولكى أكتب هذا الكتاب؛ بحثت فى مخطوطات «أبوللو» للعثور على أدق الحقائق وما يمكن نقله من تفاصيل؛ قمت بدراسة الخرائط والكتب وحولت لغة التخاطب بين الرواد إلى مصطلحات أكثر شهرة. (كم هى براقة صورة الأرض بالمقارنة بمصباح كهربى!). حضرت مؤتمرات وقابلت أشهر خبراء علوم القمر، إلا أننى أكون بذلك قد خدشت فقط سطح المعرفة!

لذا فأنا أتمنى أن يجعلك هذا الكتاب تسعى لاستكشاف المزيد عن القمر. فمتعة التعلم عن الفضاء تساوى العمر كله، أنا أعلم ذلك لأننى ذهبت إلى القمر كطفلة.. ولا أستطيع الانتظار لى أعود إلى هناك.

ماريان ج. ديسون







تنحدر ابتسامة الهلال اللامعة البيضاء تحت الأفق، وتخفى وجهها البراق منتظرةً، بينما ثلاثة رجال شجعان يستعدون لرؤيتها من فوق وعن قرب لأول مرة. كان فرانك بورمان وجيم لوفيل وبيل أندرز طاقم «أبوللو 8». وكان ذلك في صباح يوم 21 ديسمبر 1968. تناول الثلاثة شرائح اللحم والبيض على الإفطار، وكانوا يرتدون سترات الفضاء ويصعدون فوق متن أقوى صاروخ بنى حتى ذلك الوقت.

كانت الشمس ساطعةً والسماء صافيةً في ذلك اليوم الهادئ. وفي تمام الساعة 7:51 صباحاً انطلق صوت صاروخ القمر (ساتورن 5) مدويا بطاقة تفوق طاقة القنبلة الذرية. راحت الأسماك الخائفة تقفز من الماء، والآلاف من البشر يجرون هنا وهناك على شاطئ فلوريدا حابسين أنفاسهم من الرعب، فلم يحدث من قبل أن ركب رجال على متن صاروخ كهذا، ولم يحدث من قبل أن حاول أحد القيام بمثل هذه الرحلة، فماذا سيرون؟ وماذا سيتعلمون؟

كان للصاروخ «ساتورن 5» ثلاث مراحل، وخلال أول دقيقتين ونصف كانت محركات المرحلة الأولى من الصاروخ والتي يبلغ عرضها 12 قدماً (3,7م) قد أحرقت ما يوازي استهلاك 54 عربة سكة حديد من الأكسجين السائل. اندفعت «أبوللو 8» إلى أعلى ملصقة الطاقم إلى مقاعدهم بقوة تفوق قوة الجاذبية أربع مرات.

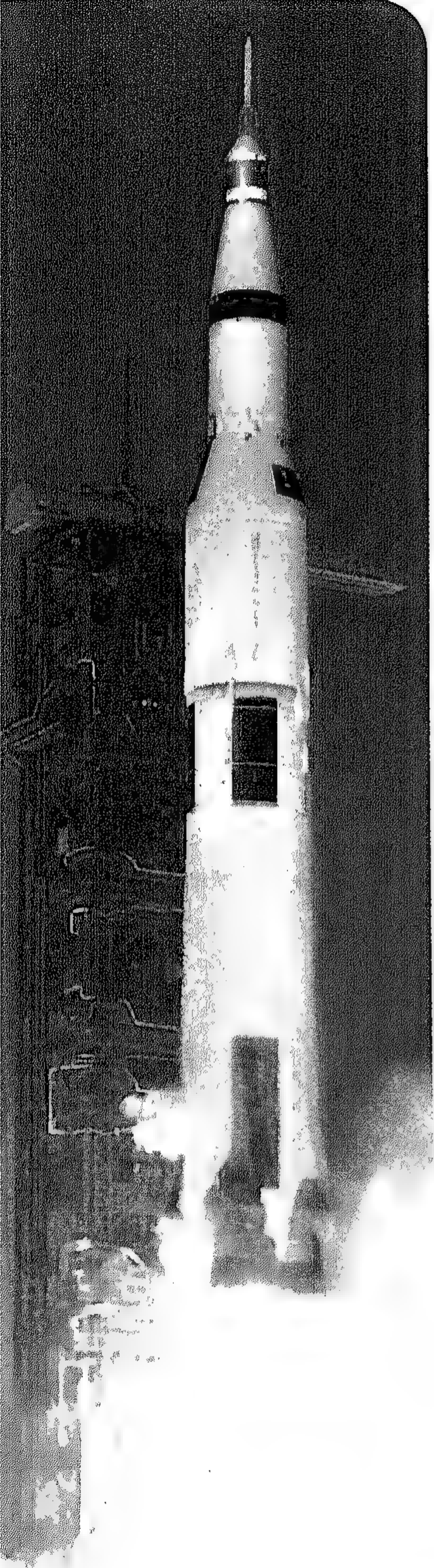
انتهت المرحلة الأولى. اندفع الرجال الثلاثة بقوة إلى الأمام تحكمهم أحزمتهم، ثم بدأت المرحلة الثانية، والتصق الرجال بمقاعدهم مرة أخرى. راحت المركبة ترتج وتهتز حتى انتهت المرحلة الثانية. ثم أطلقتهم المرحلة الثالثة إلى مدار الأرض بسرعة خمسة أميال في الثانية (28,800 كم في الساعة). واستمروا في الدوران حول الأرض لمدة ثلاث ساعات تقريباً.

## الفصل الأول

# القمر الجديد

يتوهج الهلال باللون الأبيض نتيجة أشعة الشمس المباشرة فيكون مستعداً لاستقبال صباح جديد، أما الأشعة غير المباشرة للشمس المنعكسة من سطح الأرض (تسمى ضوء الأرض المنعكس) فتضيء الجزء المظلل من وجه القمر. أما اللون البرتقالي فهو نتيجة رؤية القمر من خلال الغلاف الجوي للأرض.





اشتعل محرك المرحلة الثالثة مرةً أخرى ببريق يكفى لكى يرى البشر وهجه فى السماء فى جزيرة هاواى . ومن نافذة سفينة الفضاء كان طاقم السفينة يرى الأرض تنكمش وتصبح أشبه بحلية زرقاء فى الفضاء الأسود .

كان «أبوللو 8» يدفع الجبل غير المرئى من الجاذبية بين الأرض والقمر . وبعد ثلاثة أيام تقريباً من الدوران حول القمر كان قد وصل إلى قمة تل الجاذبية وقد أبطأ سرعته من 24,000 ميل فى الساعة (38,616 كم فى الساعة) إلى 2,200 ميل فى الساعة (3,539,8 كم فى الساعة) . والتف حول القمة وانزلق من الناحية الأخرى إلى أسفل مستعيداً سرعته مرةً أخرى وهو متجه إلى القمر ، ولم يشعر طاقم المركبة داخلها بأى تغيير وظلوا فى حالة انعدام الوزن .

يواجه القمر الأرض بوجه واحد فى كل الأوقات وهو ما يطلق عليه الجانب القريب . وعلى الرغم من أنهم قد اقتربوا من القمر لم يكن باستطاعة الرجال رؤيته؛ فقد كانت نافذتهم تواجه الشمس .

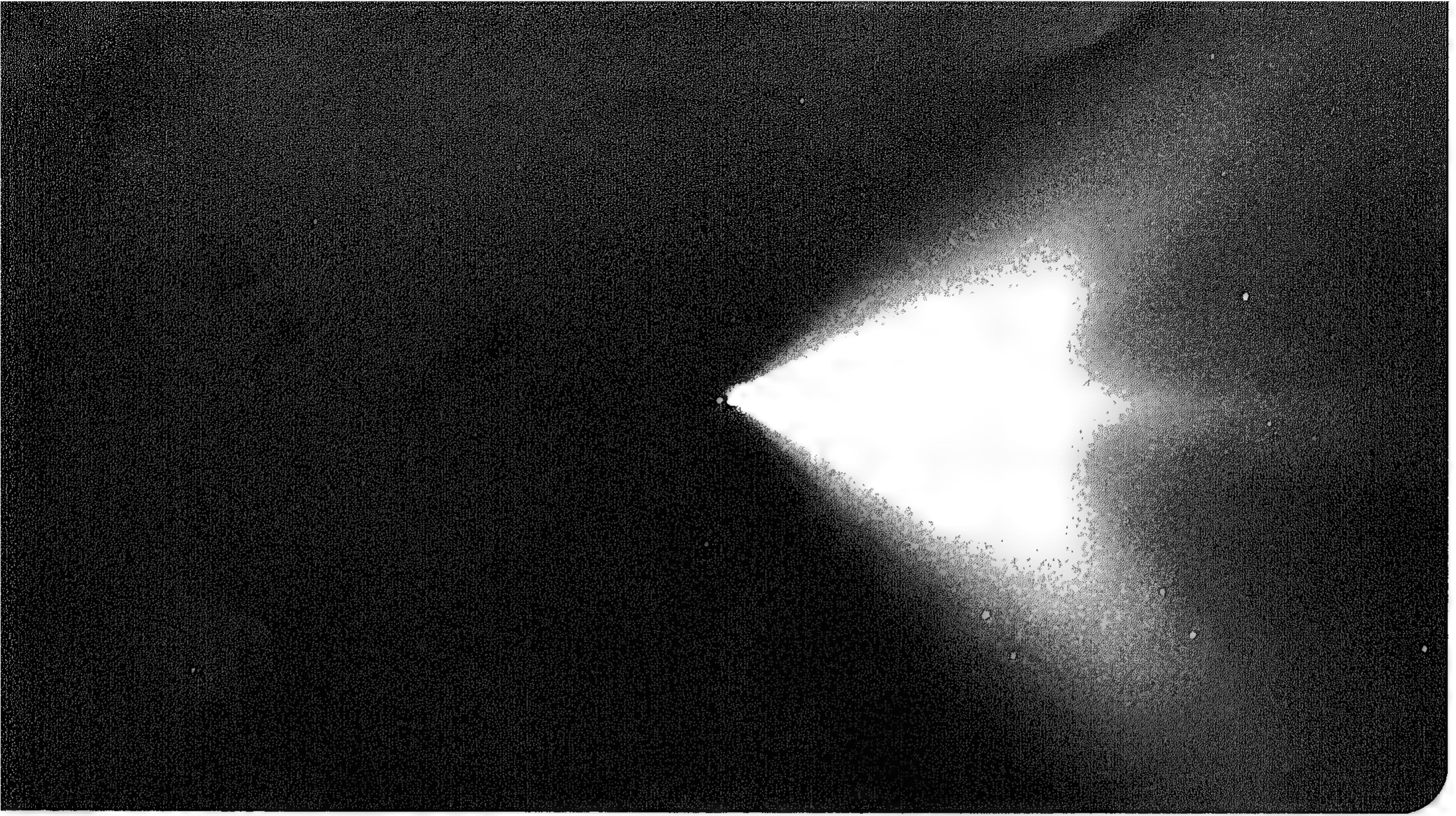
ثم مروا من أمام القمر ثم التفوا من الخلف حوله وأوقف القمر الإشارات اللاسلكية من وإلى الأرض لمدة 32 دقيقةً ، لم يمر ثلاثة أفراد قبلهم بمثل هذه الوحدة ، وفجأةً مروا داخل الظلام الناتج عن ظل القمر ، وكانت السماء ممتلئةً بالنجوم باستثناء بقعة واحدة سوداء هائلة - وهى القمر !

خرجت المركبة «أبوللو 8» من ظل القمر ورأى الرجال القمر قريباً منهم لأول مرة ، صاح أندرز: «انظر إليه!» وهو يفكر أن الجانب البعيد يشبه شاطئاً عليه الكثير من آثار الأقدام .

فى أول دقيقتين، أحرقت محركات المرحلة الأولى لصاروخ «ساتورن 5» والتي يبلغ اتساعها 12 قدماً (3,71م) نصف مليون جالون من الكيروسين والأكسجين . وشعر الطاقم داخله بقوة تفوق قوة الجاذبية أربع مرات.







من هاواي بدا احتراق المرحلة الثانية من أبولو 8 كمنذب استمر لخمس دقائق، وتجاهل البشر المنبهرون برحلات القمر تلك الظاهرة الملاحظة المسجلة.

بينما طاقم الفضاء فوق الجانب البعيد من القمر، يجب أن يشتعل محرك واحد للإبطاء من سرعتهم، فإذا لم يشتعل فسوف يدورون حول القمر ويتجهون مباشرة مرةً أخرى نحو الأرض، وإذا ما اشتعل لوقت أطول من اللازم فسوف يصطدمون بالقمر.

أما إذا ما سارت الأمور على ما يرام فسوف يطيطرون حول القمر لعشر مرات، وستستغرق رحلة عودتهم إلى الأرض يومين ونصفاً ويغطسون في المحيط الهادئ بعد ستة أيام من مغادرتهم للأرض.

اشتعل المحرك بشكل جيد، ودخلوا في مدار طوله 60 ميلاً (96,5 كم) فوق سطح عالم آخر. ووصلوا في دورانهم إلى الجانب القريب وعادت الاتصالات مرةً أخرى، فقال بورمان عبر أجهزة الاتصال: «القمر أساساً رمادي، ليس له لون، يشبه لون الجص (الجبس)....».

وبعد أربع دورات ارتجت بهم المركبة الفضائية. قال أندرز: «يا إلهي، انظروا إلى هذا المنظر هناك!». كانت الكرة الأرضية الزرقاء تحلق فوق أفق القمر الرمادي.



## الذهاب للبقاء

بعد «أبوللو»، راح الكثير من البشر يحلمون بالسفر إلى القمر، فمن ذا الذى لا يريد أن يرى الكرة الأرضية من الفضاء؟ ويا لها من إثارة أن تنزلق من فوق جبل قمرى زلق! أو تكون أول من يكتشف أحد الأحجار الكريمة التى يبلغ عمرها عمر المجموعة الشمسية نفسها. كان يبدو أنه خلال أعوام قليلة سيتمكن البشر من الحياة فوق القمر، ولكن أحدًا لم يذهب إلى هناك منذ عام 1972، فلماذا؟

إن إنشاء قاعدة خارجية للإقامة أصعب بكثير من مجرد زيارة القمر لبضعة أيام. فالإنسان يحتاج للبقاء فوق القمر إلى الهواء النقى والطعام والطاقة، يحتاج إلى مكان آمن ليحيا فيه، وإحضار كل شيء من الأرض أمر صعب ومكلف؛ لذا كان ينبغى أن تنتظر المدن القمرية تقنية جديدة لتقليل التكلفة والمخاطرة.

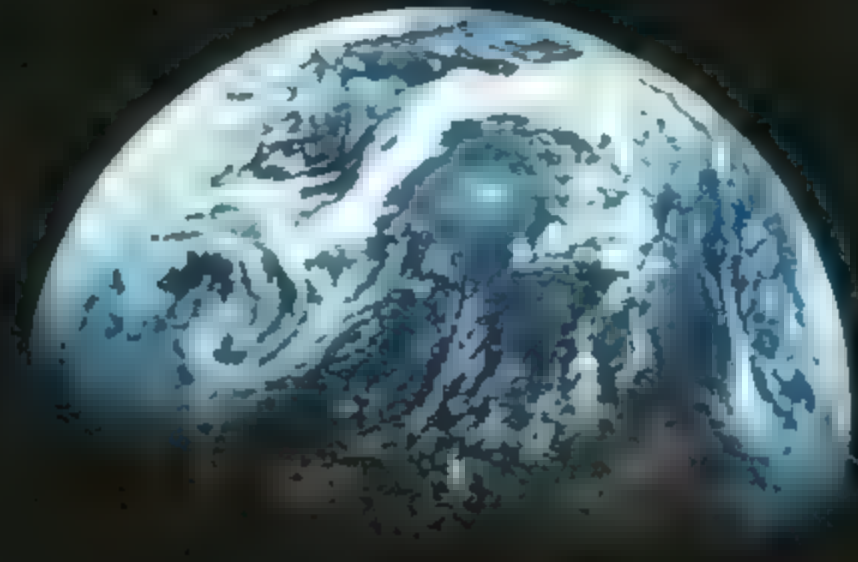
مضت ثلاثون عاماً منذ انتهاء «برنامج أبوللو»، ولم تعد تكلفة البقاء فوق القمر فوق الاستطاعة. فقد تمكن المهندسون من ابتكار وسائل لمنع الإشعاع باستخدام تربة القمر بدلاً من مواد من الأرض، ولإعادة تدوير المخلفات لتقليل الاحتياج إلى إمدادات! ولاستخدام أشعة الشمس كمصدر للطاقة.

لم تعد أبحاث الفضاء لها نفس الخطورة كما كانت من قبل، فأكثر من 100 رحلة من رحلات مكوكات الفضاء، وأعوام من تشغيل محطات الفضاء جعلت أمر الذهاب إلى هناك أمراً عادياً لدرجة أن السائحين الأثرياء ينفقون الأموال للذهاب إلى الفضاء.

كان لمهام رسم خرائط القمر ثمار طيبة. فالقمر يحتوى على جميع الموارد الطبيعية التى يحتاجها الإنسان، بما فى ذلك الهيدروجين (لصناعة المياه). وسوف تساعد العينات من المناطق المختلفة (أحضرت رحلات أبوللو صخوراً من ست مناطق فقط) المستكشفين فى المستقبل على فهم أفضل لطبيعة القمر، وأين يمكن البحث فيه عن المعادن النادرة.

لقد اختبر العلماء بالفعل طرقاً لمعالجة المواد القمرية لتكوين الهواء والماء والمعادن، وتم تهجين النباتات لتعيش فى التربة القمرية، والبشر على استعداد للوصول إلى القمر مرة أخرى. وقد قال جون يونج قائد المركبتين الفضائيتين «أبوللو 10» و«أبوللو 16» مؤخراً: «أتمنى بحق أن يكون لدى الجنس البشرى الحس الكافى لكى يخرج لاستكشاف الفضاء ويتعلم أن يحيا ويعمل فى هذه الأماكن المختلفة، فسيترتب على ذلك مكسب مهم على المدى البعيد، وهو حفظ النوع البشرى».





كان طاقم المركبة الفضائية «أبوللو8» هم أول بشر يرون الكرة الأرضية من على بعد ربع مليون ميل (402250 كم). وقد قطعوا تلك المسافة الهائلة - التي تساوى ما يوازي 43 رحلة ذهاب وإياب بين مدينة نيويورك ولوس أنجلوس - في 66 ساعة. ساعدت هذه الصورة الملتقطة للأرض من ظلام الفضاء الدامس على فهم النشاط البيئي.

لقد انخفضت مخاطر وتكاليف الارتحال إلى القمر على نحو ربما يسمح ببناء قواعد للإقامة فوقه في المستقبل القريب. وقد بين ديف سكوت قائد المركبة «أبوللو15» لماذا سيذهب البشر؟ عندما قال: «حينما أقف هنا في الخارج في عجائب المجهول... ، أتبين إلى حد بعيد أن هناك حقيقة جوهرية وراء طبيعتنا البشرية، يجب أن يستكشفها الإنسان، وهذا هو الاستكشاف في قمة معانيه».

إن ما وصل إليه العلم عن القمر يمهد لوجود جيل جديد من المستكشفين، ربما تكون أنت واحداً منهم.







ما الموارد الطبيعية الموجودة فوق سطح القمر؟ وأين توجد؟ إن فهم أصل نشأة القمر سيساعد الرواد في الإجابة عن هذين السؤالين.

تقول إحدى النظريات: إن الكواكب قد تكونت منذ أكثر من 4,6 بليون سنة. فقد أطلقت الحرارة المنبعثة من الشمس حديثة التكون غازات إلى مسافات بعيدة كالدخان المتصاعد من النار. بردت الغازات البعيدة في الكواكب الخارجية، وأما العناصر الأثقل وزناً كالحديد فقد بردت لتكون الكواكب الصخرية الداخلية بما فيها كوكب الأرض. وقد أعطى هذا التراكم للسديم (كتل الغازات والغبار الموجود بين النجوم) لكل كوكب تركيباً مختلفاً. يقول عالم القمر آلان بيندر: «كلما كنت أقرب إلى الشمس كثر معدن الحديد، وكلما ازداد البعد عن الشمس، كما في كوكب المريخ، ازدادت برودة السديم وقل وجود الحديد الحر». لذا فإن النيزك المتواجد في حزام الكويكبات يحتوى على خليط معدني مختلف عن ذلك الموجود على كوكب المريخ. وتحتوى صخور القمر على نفس معادن صخور الأرض؛ لذا فإن العلماء يعتقدون أن القمر والأرض قد تكونا على بعد مسافة متساوية من الشمس.

وبالرغم من ذلك فإن مركز القمر الصغير يبين أن القمر لم يتكون مثل الأرض. يقول بيندر: «إن باطن عطارد يمثل نحو 60 بالمائة من كتلة الكوكب، والأرض 30 بالمائة، وأما إذا ذهبنا إلى المريخ فإن المركز يمثل 10 بالمائة. فلماذا تحتوى الأرض على 30 بالمائة من الحديد المركزى ويحتوى القمر على 1 بالمائة فقط؟ إن الوشاح (الطبقة بين المركز والقشرة) متماثل إلى حد كبير مع وجود اختلافات طفيفة، ومع ذلك يوجد اختلاف هائل في كمية الحديد المتحرر في القمر». «والكلمة المفتاحية هنا هي هائل».

## الفصل الثانى

# القمر المتغير



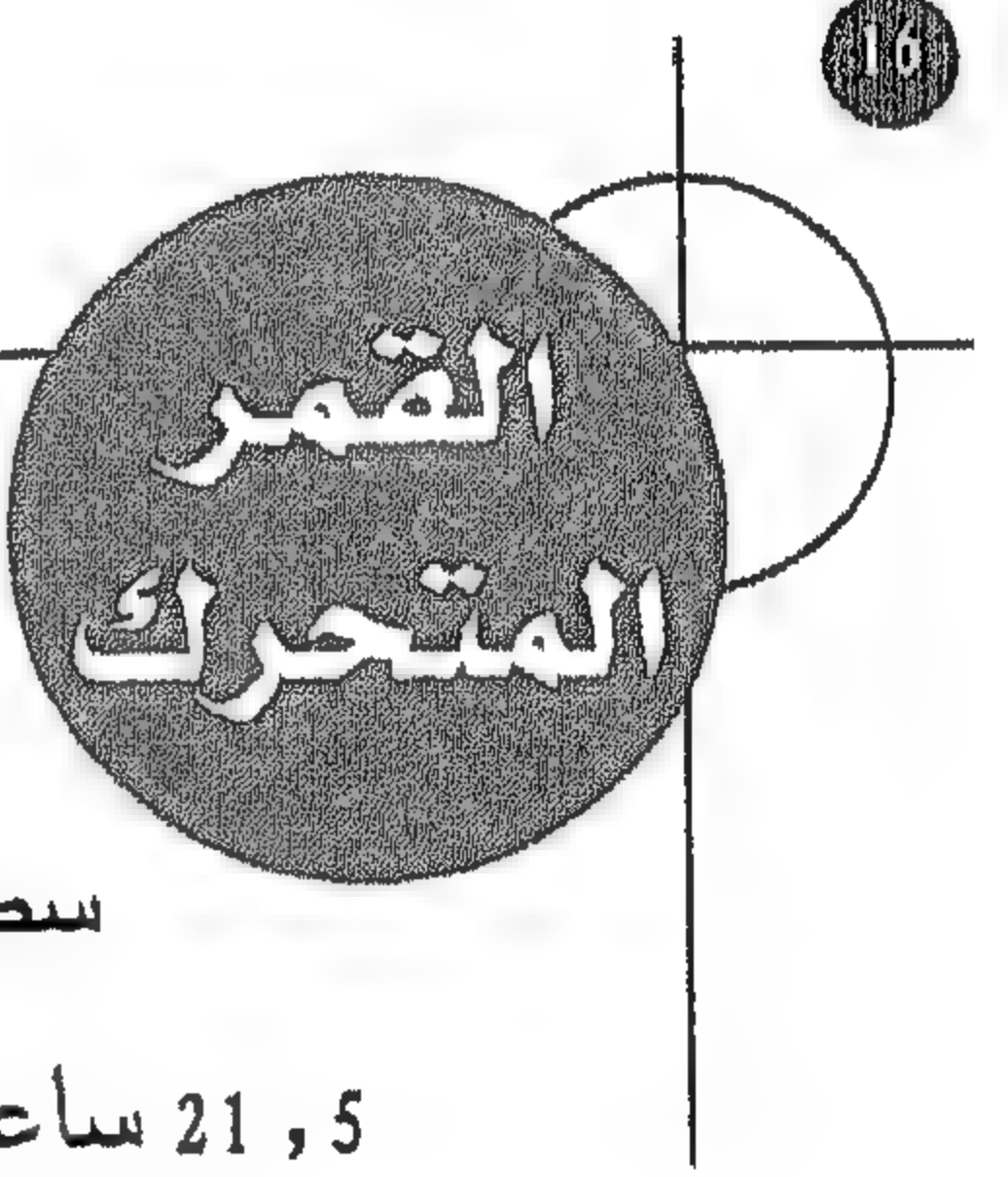
يوضح بيندر قائلاً: «إن أكثر النظريات انتشاراً لتكون القمر أن اصطداماً هائلاً قد دفع مواد وشاح الأرض بعنف».

توضح النظريات أن جسماً تبلغ كتلته ثلث كتلة الأرض قد ارتطم بالقشرة الأرضية المبكرة، وأن هذا الجسم المرتطم قد ابتلع داخل الأرض وغاصت كتلته إلى مركز الأرض. أدى الارتطام بمركز الأرض إلى طرد كتل منصهرة من باطن الأرض إلى الفضاء، وشكلت هذه المادة حلقة سقط نصفها إلى سطح الأرض في خلال مائة عام. وأما بقيتها وتمثل 1 بالمائة من كتلة الأرض فتجمعت في صورة كرة وهي التي أصبحت القمر.

تفسر نظرية الارتطام الهائل هذه سبب نقص بطانة القمر، كما تفسر أيضاً سبب عدم احتواء صخور القمر على الماء. يقول بيندر: «لقد وضع الارتطام الهائل كمية ضخمة من الحرارة في المادة». لقد وصلت المياه إلى الغليان وتبخرت قبل تكون القمر؛ لذا لن يعثر رواد القمر على مياه عند حفرهم الآبار.

**لقد أدى الارتطام الهائل إلى دوران الأرض وطرده القمر منها إلى الخارج،**  
وعبر الزمن أبطأ كل من الكوكبين من سرعة الآخر. كالأصبع في القمة، أدت  
جاذبية القمر إلى الإبطاء من دوران الأرض، فبعد الارتطام كان طول اليوم على  
سطح الأرض خمس ساعات تقريباً. وتشير الحفريات إلى أن طول اليوم قد امتد إلى  
21,5 ساعة منذ حوالي 440 مليون سنة، وكل مليون سنة تضيف 1,5 ثانية.

وفي النهاية سيتواجه الكوكبان مثل شريكين في الرقص، سيصل اليوم على الأرض  
ودوران القمر (وهو يمثل الآن 27,3 من أيام الأرض) إلى 47 يوماً. وسيصبح ذلك مثل  
رقص بطيء في الظلام، عندها ستصبح شمسنا الصفراء قرماً أبيض ضعيفاً.



هذه السلسلة من الرسومات تبين كيف تغير سطح القمر منذ نشأته، الرسم الأول يبين كيف كان يبدو القمر بعد ارتطام إمبريوم مباشرة منذ 3,8 بليون سنة تقريباً، وأما العين الثانية على سطح القمر «سرينيتاتس» فقد تكونت قبل ذلك بحوالي 30 مليون سنة. وأما الرسم التالي فيبين القمر بعد ذلك بحوالي 800 مليون سنة، أي منذ 3 بلايين سنة تقريباً، وفي هذا الوقت كانت هنا حمم مظلمة تملأ فجوة إمبريوم وسرينيتاتيس والفوهات العميقة الأخرى، وأما الرسم الثالث فيبين القمر اليوم. وقد أدى ارتطام حدث منذ حوالي بليون سنة إلى تكون فجوة كوبرنيكوس أسفل فجوة إمبريوم مباشرة، وانطلقت الصدمة خلال طبقة الحمم المظلمة إلى الصخور البيضاء أسفلها، التي انتشرت في شكل أشعة عبر السطح.



تكوّن القمر على بعد 14,000 ميل (22,526 كم) من الأرض، وهو موقع قريب بما يكفي لدرجة أن جاذبيته كانت تجذب موجات الحمم الملتهبة لآلاف الأقدام إلى سماء الأرض. وهو الآن على بعد 240,000 ميل (386,160 كم) ويبعد بمقدار 1,5 بوصة (3,8 سم) كل عام. وعندما ستوقف جاذبية الأرض تراجع القمر، سيكون القمر قد أصبح بعيداً لدرجة أن الكسوف سيكون وقتها من أساطير الماضي.

عندما بدأ القمر كانت حرارته مرتفعة للغاية لدرجة أن سطحه

كان عبارة عن محيط من الحمم المنصهرة، وتسببت الجاذبية في غوص المعادن الثقيلة نحو المركز، وطفأ أحد الأحجار خفيفة الوزن المسماة أنورثوسيت إلى السطح، ثم بردت وتجمدت لتكوّن قشرة خفيفة اللون في غضون مائة مليون سنة. وقد تمكن رواد الفضاء من العثور على قطعة من هذه القشرة الأصلية. وقد لقيت باسم «صخرة النشوء»؛ لأن عمرها كان 4,5 بليون سنة.

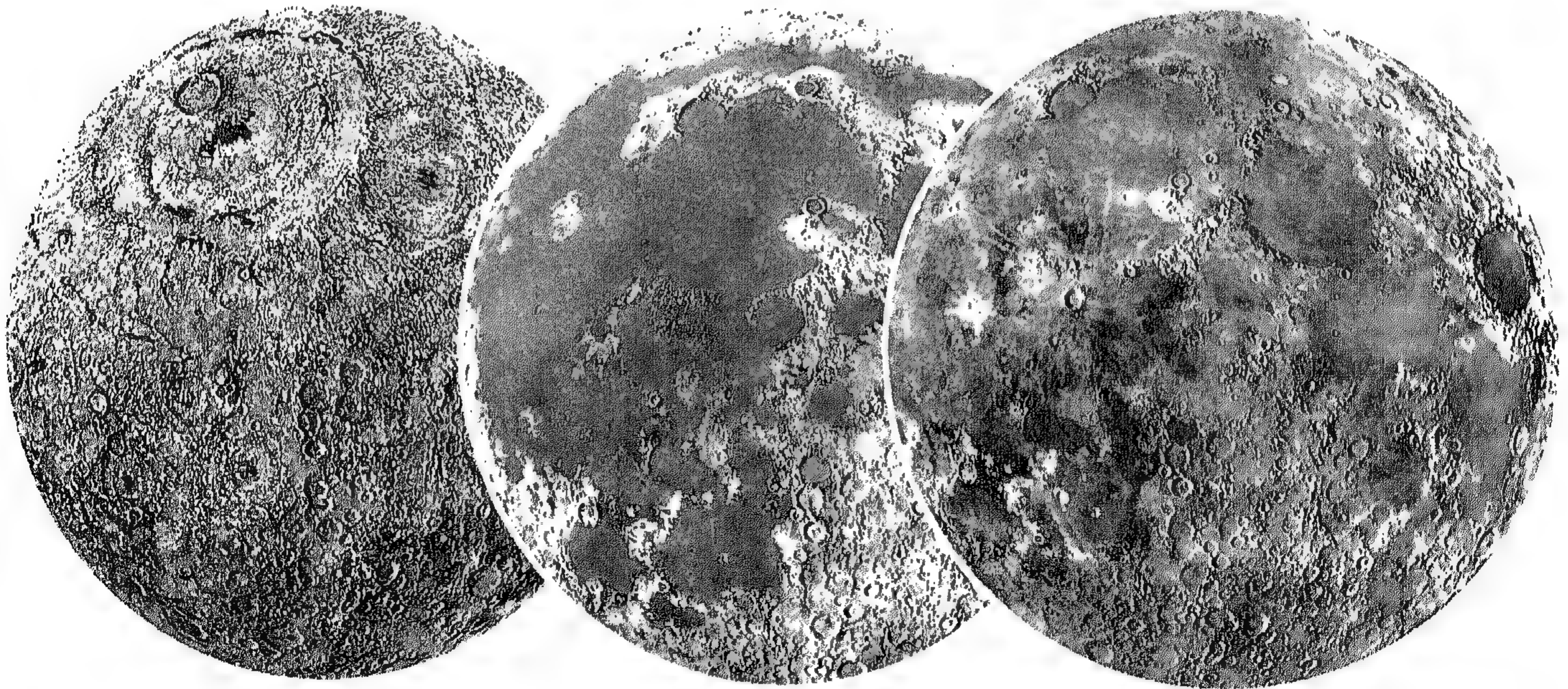


لم يبق السطح الخارجي للقمر أملس، فقد امتلأت المجموعة الشمسية المبكرة بالحطام والأنقاض، وتم قرع القمر قرعاً شديداً، وأدت قوة أشد الارتطامات لإقامة حلقات من

منذ 3,8 بليون سنة

منذ 3 بلايين سنة

اليوم





الجبال ، وصلت بعض الجبال إلى أعلى من جبل إفرست . تسببت الفوهات العميقة في تكوّن بقع ضحلة على السطح أدت للتصدعات إلى السماح لبعض المعادن والعناصر النادرة أن تنفجر إلى السطح حيث يمكن لرواد المستقبل الوصول إليها بسهولة .

أدت الارتطامات إلى تكوّن الفوهات والجبال والكثير من ذرات الغبار المتساقطة أيضاً ، وكانت الصخور المنصهرة والمتناثرة تندفع بقوة خارج الفجوات كالقذائف وتتناثر على سطح القمر كله ، أدت الكتل المتساقطة بسرعة إلى حفر جحور عميقة في السطح مكونة طبقة من الصخور المتكسرة والغبار تسمى ريجوليث . وتتمتع الجبال القمرية بمظهر أملس ومستدير؛ لأنها مدفونة تحت أطنان من الريجوليث ، ولا يوجد أمطار لتغسلها أو تنظفها . وقد أدت الارتطامات الأصغر عبر بلايين السنين إلى خروج الغبار الناعم من الريجوليث الموجود في قمة هذه الجبال .

لقد شكلت الارتطامات سطح القمر ونحتته؛ ولذلك فلن يحتاج المنقبون إلى سحق الصخور الضخمة لاستخراج المعادن ، لقد حولت الارتطامات القمر إلى مكان جميل ومناسب ليعيش فيه البشر .

## ارتطام إمبريوم

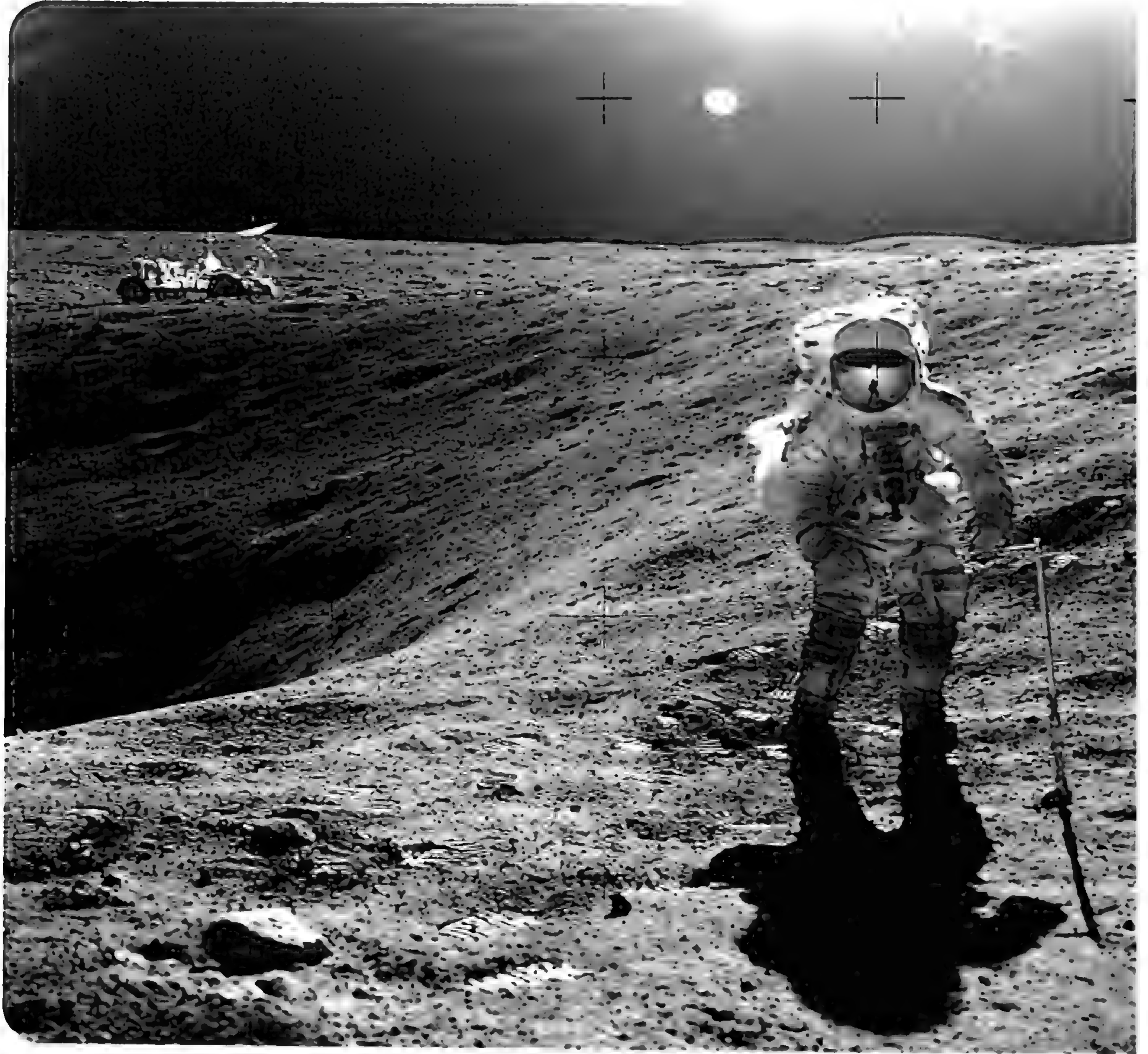
كونت أكبر الارتطامات التي ضربت الجانب القريب من القمر بحر إمبريوم أو بحر الأمطار . يقول عالم جيولوجيا الكواكب لاري هاسكين: «العنصر الذي كون ذلك الحوض كان قطره حوالى 100 كم (62 ميلاً)». وقد ضرب ذلك العنصر القمر وصنع حفرة يصل اتساعها إلى 1123 كم (698 ميلاً) وهو ما يساوى حجم ولاية تكساس الأمريكية تقريباً .

وللعجب فقد قدر هاسكين المدة التي استغرقها تكوين الحوض بنحو 5 إلى 10 دقائق فقط . يقول هاسكين: «إن أفضل ما يمكن به تمثيل ما حدث هو انفجار قنبلة هيدروجينية، إلا أن القنبلة الهيدروجينية تعتبر صغيرة جداً إذا ما قورنت بهذه الانفجارات» .

لقد كان الارتطام عنيفاً جداً ، لقد تطايرت أطنان من الحجارة لآلاف الأميال وهبطت مغطيّة سطح القمر كله . يقول هاسكين: «لقد قذفت كميات هائلة من المواد من حوض الإمبريوم ، لدرجة أنك إذا ما استخدمت سكين زبد عملاقاً ووزعت المادة بالتساوى على سطح القمر كما يفعل الجليد المتساقط ، فسوف تغطّى مساحةً بعمق 300 م (984 قدماً)» .



لقد هبطت «أبوللو 16» على بعد حوالي 1000 ميل (1600 كم) من إمبريوم إلا أن هاسكين يقدر أن ذرات الغبار المتساقطة من الإمبريوم تمتد لعمق نصف ميل (0,8 كم) أسفل الموقع الذي هبطوا عليه.



توقع تشارلي ديوك رائد المركبة «أبوللو 16» العثور على صخور بركانية على الجرف المنحدر لفوهات الحافة الشمالية في أراضي ديسكريت الجبلية، ولكنه بدلاً من ذلك عثر على صخور مبعثرة بفعل الارتطامات. يعتقد العلماء الآن أن ارتطام إمبريوم الهائل قد ألقي طبقة من الريجوليث يصل سمكها إلى 1000 قدم (304,8 م) أو أكثر حتى في أراضي ديسكريت الجبلية على بعد أكثر من ألف ميل. يصل اتساع فجوة الحافة الشمالية إلى 3100 قدم (944,9 م) ويصل عمقها إلى 650 قدمًا (198,1 م)، وربما لا تصل إلى قاع طبقة الإمبريوم.







## الحمم القمرية

سوف تساعد ألوان الصخور الرواد في العثور على المعادن المفيدة

على القمر، فالقشرة القمرية الأصلية كانت بيضاء تقريباً - في لون الأنورثوسيت، وقد سحقت الارتطامات هذه القشرة وبعثرتها، ولكن القشرة لم تنزل على لونها الأبيض. أما «عيون القمر السوداء» فتتنتمي لنوع مختلف من الصخور.

وعندما برد القمر، تصدعت القشرة مثل الكعكة الطازجة عند خروجها من الفرن، وعمل الضغط على طرد الحمم الملتهبة من هذه المناطق الضعيفة لتفيض على السطح منذ مدة تتراوح بين 2,4 و 1,2 بليون سنة. وكانت الحمم تتكون من أحجار البازلت البركانية وهو حجر أكثر كثافة من الأنورثوسيت، ويحتوى البازلت على حديد وماغنيسيوم ويكاد يكون أسود اللون، فاضت الحمم فوق الأنورثوسيت وغاصت في الفجوات العميقة لتصنع بركاً من الحمم، ثم بردت تلك البرك وأصبحت «ماريا» وهى المعنى اللاتينى لكلمة بحار. وكانت هذه البحار مظلمة بسبب البازلت.

يقول العالم الجيولوجى أيلين ينجست: «نعتقد أن الانفجارات البركانية القمرية كانت تشبه ما نسميه فيضان البازلت». تحتوى فيضانات البازلت على «أحجام هائلة وكتل هائلة تخرج فى نفس اللحظة ولكنها سائلة للغاية وتنساب بسرعة فائقة على مساحات شاسعة». وكانت الحمم تتسم بكثافة لزوجة زيت المحركات. يقول ينجست: «وهذا يعنى أنه ليس لدينا تلك البراكين الجميلة التى تتصاعد، فليس هناك وقت لذلك، وإنما تخرج الحمم وتفيض بعيداً». أما الماريا أو البحار فتكون مستديرة؛ لأن الأحواض التى كونتها الارتطامات كانت مستديرة، وليس لأنها قمم براكين عملاقة.

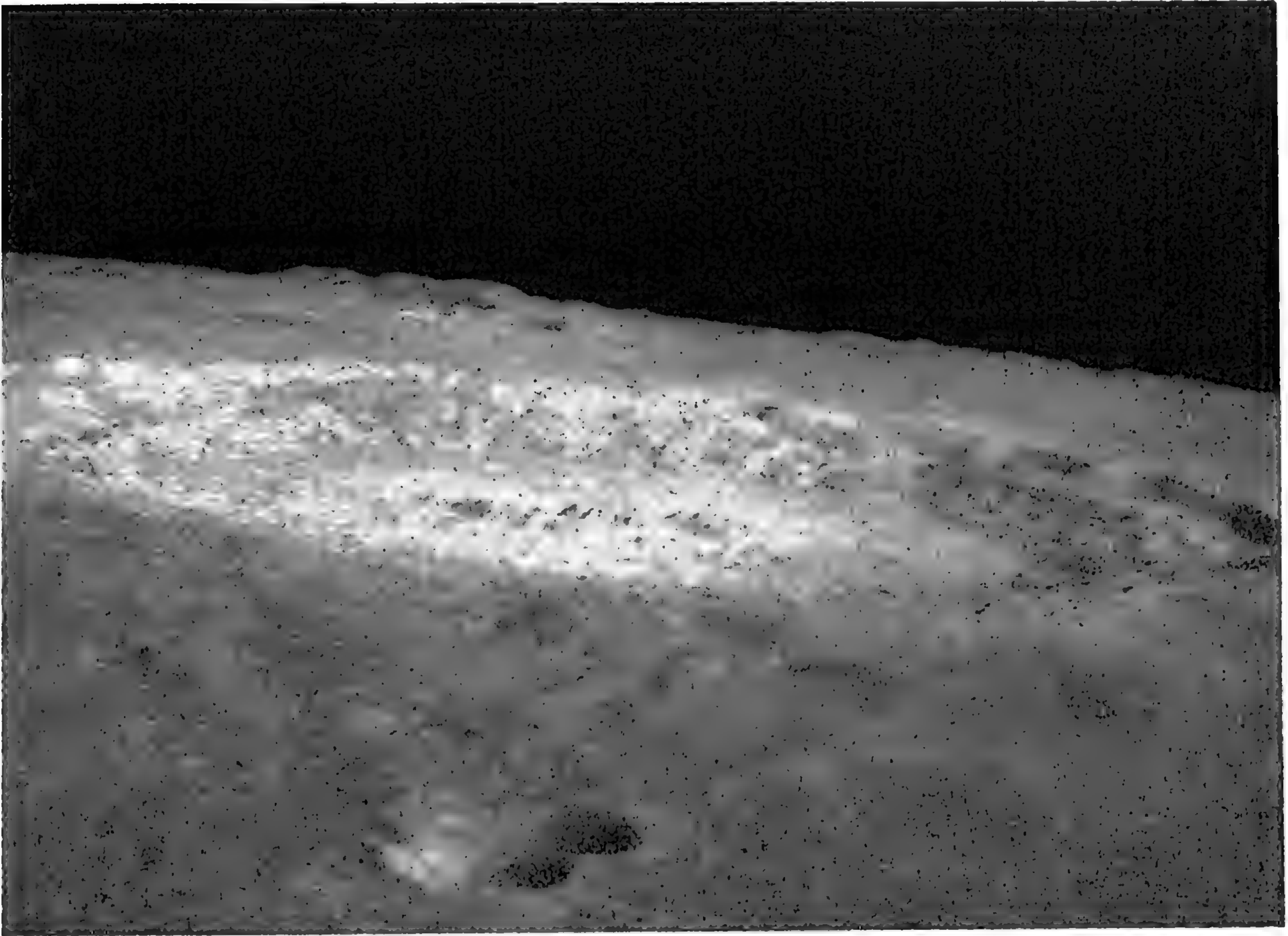
والحمم لا تفور وتنبثق من تصدعات القشرة، وبعضها يتدفق فيما يطلق عليه علماء الجيولوجيا ينابيع النار، يقول عالم جيولوجيا القمر ورائد الفضاء هاريسون شميث: «ربما تبدو ينابيع النار على القمر مثل الفطر المضىء اعتماداً على اطراد الانفجار».

تقوم ينابيع النار. كتلك الموضحة بالصورة فى جزرهاوى. بإلقاء المقذوفات البركانية من الداخل إلى سطح القمر على شكل نافورات دقيقة من الحمم منذ أكثر من ثلاثة بلايين سنة. ولكن لم يعد هناك نشاط بركانى على القمر الآن. يوضح الشكل إلى اليمين صخوراً تتكون من الأكسجين والسليكون والحديد والكالسيوم والألومنيوم والمغنيسيوم. وتحتوى أيضاً على أقل من واحد بالمائة من العناصر النادرة كالتيتانيوم واليوتاسيوم والفوسفور.



لقد أخذت شكل القبة حيث تتناثر الجسيمات وتعود مرةً أخرى إلى الأرض - فيما يشبه نافورة الماء إلى حدٍّ ما.

اكتشف د. شميث بقايا ينابيع النار خلال رحلة «أبوللو 17». وقال عندما كان فوق القمر: «توجد تربة برتقالية! إنها منتشرة في كل مكان ولونها برتقالي!». الفقاعات الملونة الناتجة عن ثوران ينابيع النار مغطاة بغازات بركانية نادرة، وهي عناصر تحتاجها النباتات والحيوانات. لذا فإذا ذهبت إلى القمر فلاحظ وجود التربة البرتقالية!



الارتطام الذي كون فوهة كوبرنيكوس (والموضح هنا في صورة ملتقطة في رحلة أبوللو 12) قد ضرب الطبقة المظلمة من الحمم التي ملأت فجوة محيط بروسيلاروم يعتبر كوبرنيكوس واحداً من أصغر الفوهات على القمر، يصل عمره إلى حوالي بليون سنة. يعتقد العلماء أن القمة المركزية قد ارتفعت من 9 إلى 12 ميلاً (من 14,5 إلى 19,3 كم) تحت السطح وربما جزء من القشرة القمرية الأصلية.



المستلزمات: سلطانية صغيرة، مقدار ١٠ ملاعق الفوهة من الطبق  
«أفرو توست»، فلفل «بالست»، وبيضة «الحجر النيزكي».

## نشاط

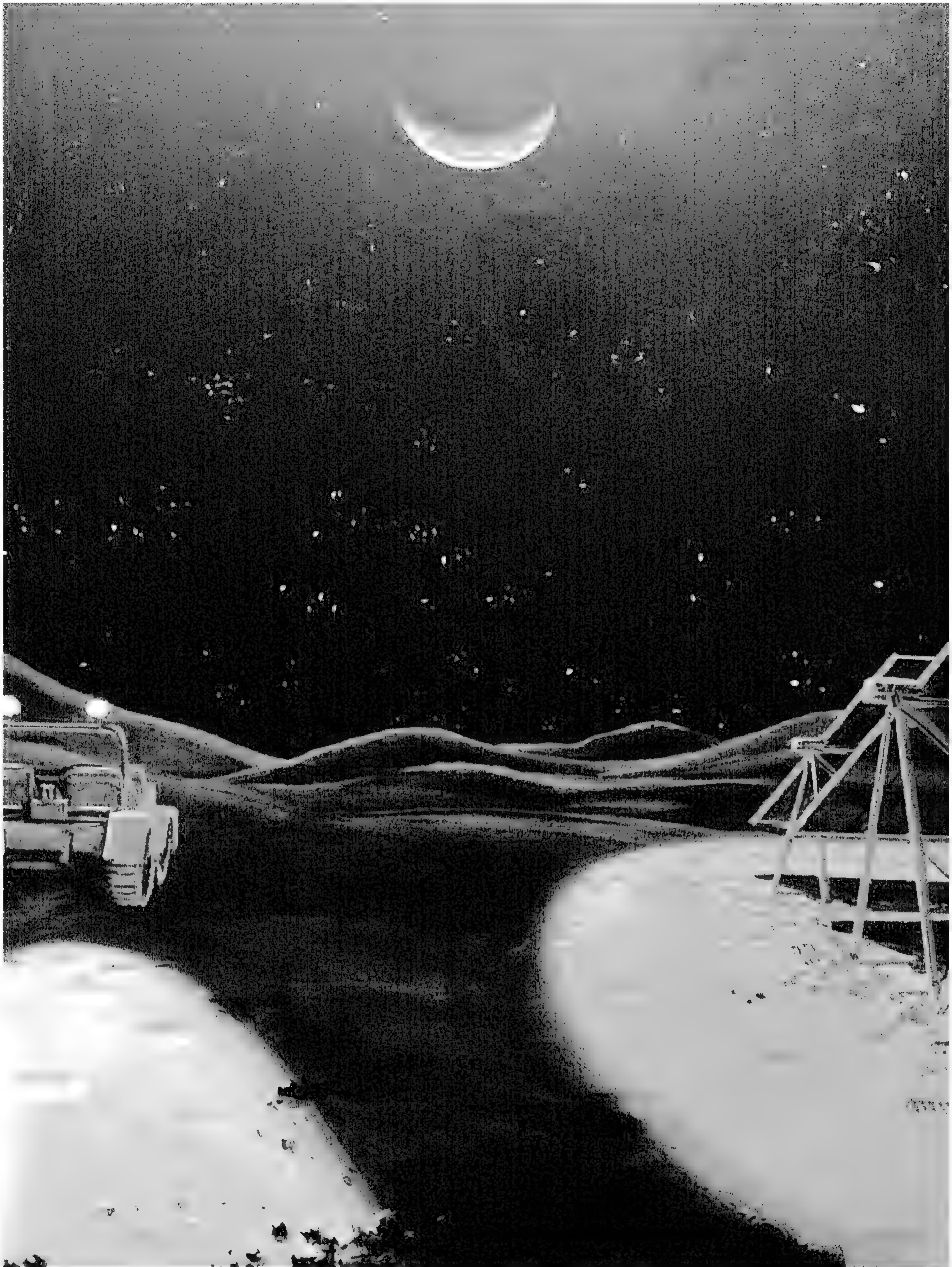
### تجربة لون الفوهة البركانية

#### الإرشادات:

١. ضع الدقيق في السلطانية وانثر الفلفل عليه حتى يسود لون السطح، أسقط البلية من مسافة قدم واحدة (30سم) داخل الطبق. ارفع البلية، لاحظ الحلقة البيضاء حول الفوهة. الفجوات البركانية الجديدة فقط فوق القمر تكون بيضاء.
٢. جرب إسقاط البلية من مسافة قدمين، ستضرب الطبق أسرع. فهل أحدثت فجوة أكبر؟









طبقاً لأسعار الإطلاق الحالية، فسوف يتكلف إرسال مقلاة طهى إلى القمر 45,000 دولار؛ لذا فمن الضروري أن يتعلم رواد القمر سريعاً كيف يعيشون بعيداً عن الأرض!

من حسن الحظ أن القمر - باستثناء الماء - يحتوى على نفس المواد الخام الموجودة على الأرض، ويشرح ذلك عالم القمر آلان بيندر: «إذا ما التقطت حجراً، فإن 99 بالمائة من مكوناته هي ما يسمى بالسبعة الكبار: الأكسجين والسيليكون والحديد والتيتانيوم والألومنيوم والكالسيوم والماغنيسيوم. وإذا ما ذهبت إلى جبال روكي وأحضرت حجر جرانيت، أو إلى هاواي وأحضرت حجر بازلت، أتدرى ماذا ستجد؟ ستجد أنها نفس العناصر، لقد حصلت على المواد الأساسية لبناء مجتمع فوق القمر».

الكهرباء تحول هذه المواد الخام إلى منتجات مفيدة، ولكن من أين نحصل على الكهرباء؟ من أشعة الشمس! إن يوماً على القمر يبلغ طوله شهراً. فالنهار يسمى أيام النهار ويستغرق أسبوعين (والليل أو أيام الليل تستغرق أسبوعين أيضاً). خلال أيام النهار يمكن للخلايا الشمسية تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء، ولن يحول بين وصولها أية سحب.

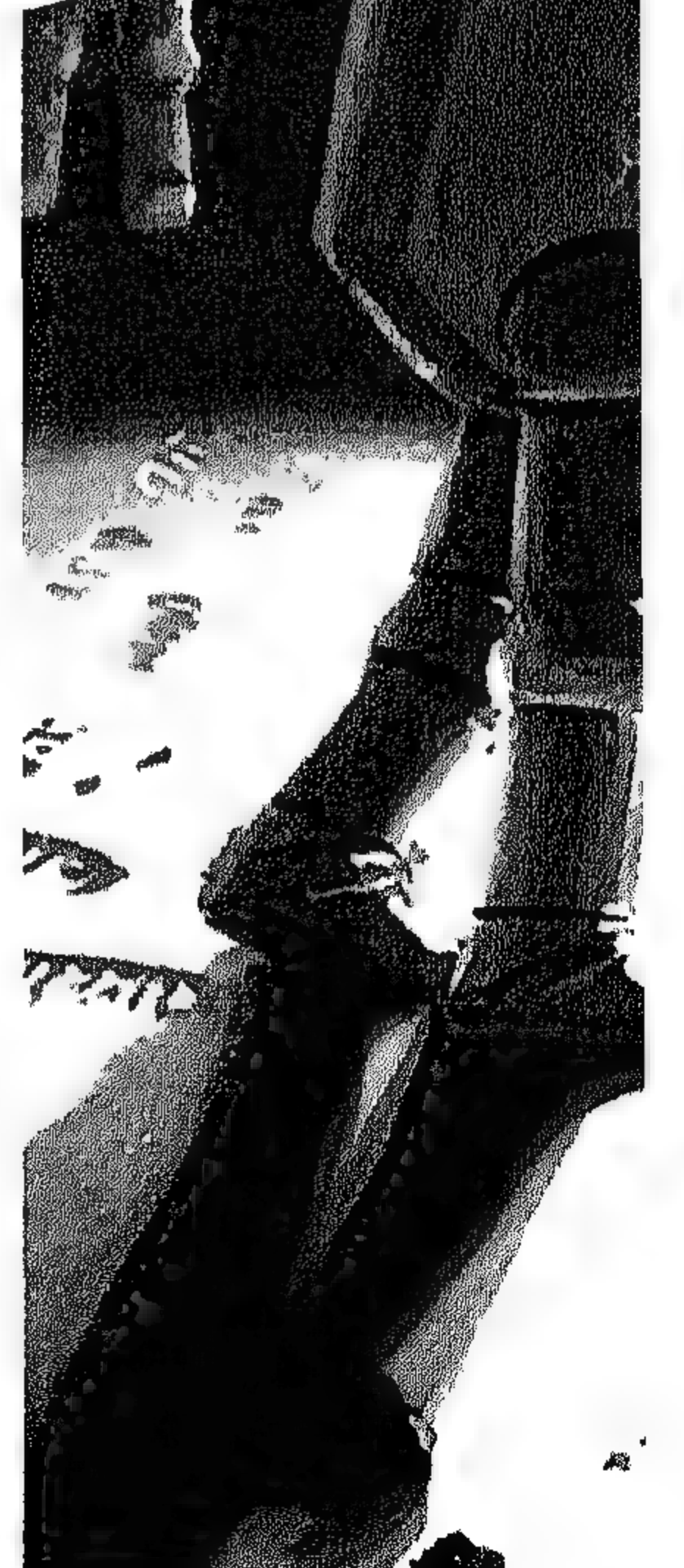
يمكن تجميع ضوء الشمس في نصف القمر المضى وإرساله إلى النصف المظلم لإنتاج طاقة مستمرة. وستكون الجبال بالقرب من القطب الجنوبي نموذجية في هذا الشأن، فارتفاعها وموضعها يجعلها تستقبل أشعة الشمس لمدة 70 بالمائة من الوقت.

إلى أن يتم إنشاء مصانع الطاقة المتعددة، فإن البطاريات القابلة لإعادة الشحن والمسماة بخلايا الوقود يمكنها الإمداد بالطاقة خلال أيام الليل. تنتج خلايا الوقود الكهرباء عن طريق دمج غازى الهيدروجين والأكسجين فى الماء. ولإعادة شحن البطارية فإن الماء ينقسم مرة أخرى إلى هيدروجين وأكسجين فى عملية

تنتج المصفوفات الشمسية الطاقة فقط خلال أيام النهار. ويمكن لعمال القمر خلال أيام الليل الموضحة هنا فى الصورة فحص الأضرار التى لحقت بالمصفوفات من جراء ارتطامات الأحجار النيزكية والأشعة الكونية. ومن الأفضل طي الخلايا أو تغليفها لتجنب التعرض للفضاء فى حالة عدم الاستخدام.

### الفصل الثالث

## القمر الغنى بالموارد

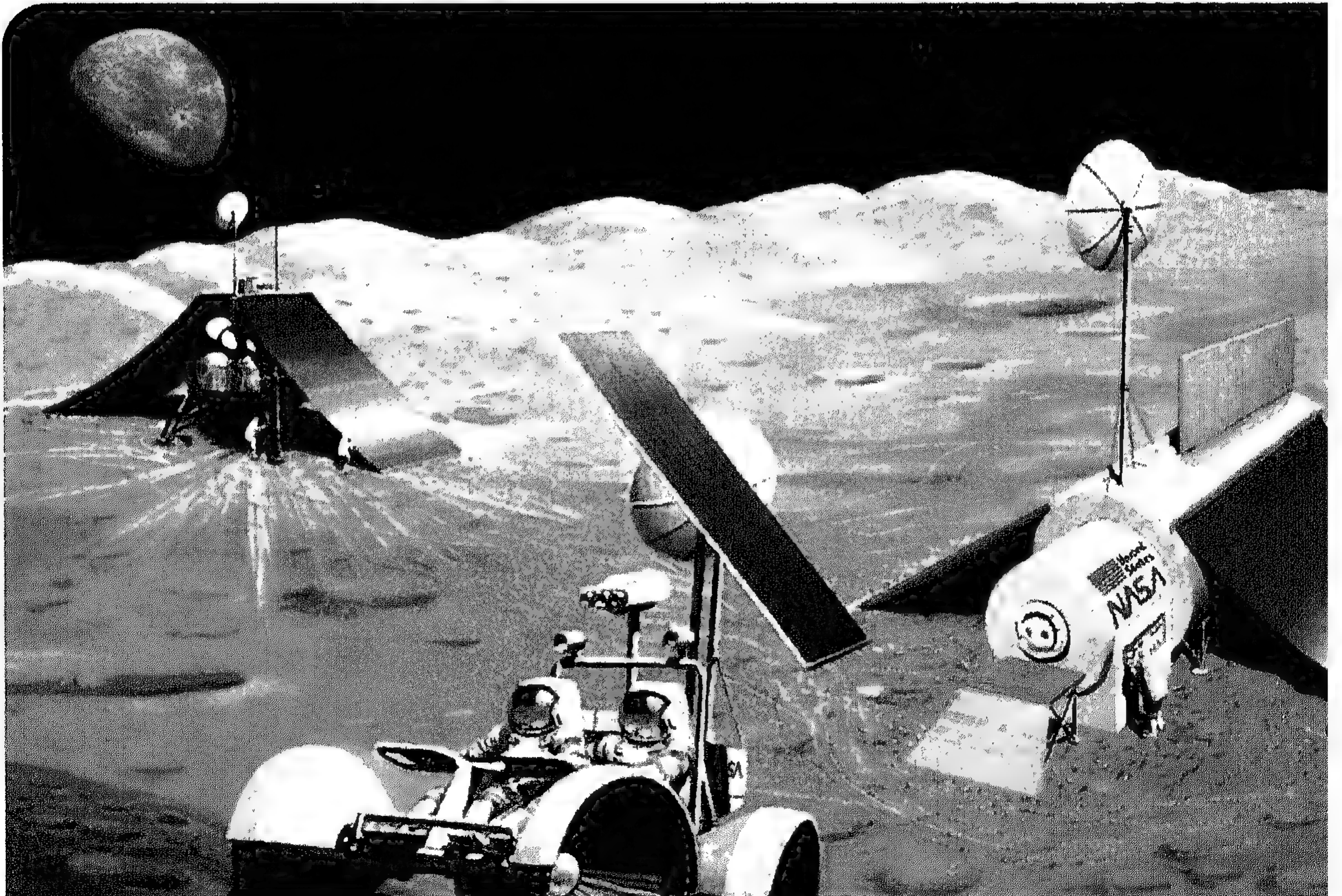




تسمى التحليل الكهربى . تحتاج عملية التحليل الكهربى إلى نحو ثلث الطاقة الشمسية التى تم توليدها أثناء أيام النهار .

يصل حجم خلية وقود المكوك الفضائى إلى حجم خزانة أدراج مزدوجة . يحتاج إنشاء قاعدة خارجية قمرية أو منزل متنقل لخمسـة أشخاص (يستخدم حوالى 1,5 كيلوات) إلى ثلاثة من هذه الوحدات لتوليد الطاقة لمدة أسبوعين . وللأسف فإن الخلايا الثلاث تحتاج إلى أربع مستودعات هيدروجين يبلغ قطر كل منها أربعة أقدام (1,2م) ، وأربع مستودعات أكسجين بنفس الحجم تقريباً . يمكن للماء الناتج أن يملأ خمسة أحواض استحمام منزلية .

تبين الدراسات أن شحن هذه البطاريات وإمداد القاعدة الخارجية بالطاقة يتطلب أكثر من ثلاثة أفدنة (نحو 120000م<sup>2</sup>) من وحدات الطاقة الشمسية . فى آخر الأمر يمكن لمستوطنى القمر صناعة وحدات الطاقة الشمسية من السيليكون والمستودعات من الألومنيوم الموجود فى الأنورثوسيت ، ولكن التكلفة الأولية لإحضار كل هذه المستلزمات من الأرض ستكون باهظة للغاية . يمكن للمفاعل النووى توليد نفس الكم من الطاقة بالليل وبالنهار بمستلزمات أقل 28 مرة . فيمكن لأنظمة الطاقة الشمسية توليد طاقة كهربية ، ولكن الطاقة النووية قد تكون أرخص .





## الخيار النووي

تعتمد مفاعلات الانشطار النووي على سلسلة من الانفجارات لتوليد الكهرباء. وهذه الانفجارات النووية تكون إشعاعات أيضاً. يعتبر اليورانيوم والبلوتونيوم الوقود الأمثل لمفاعلات الانشطار، وحتى بعد احتراق الوقود يظل إشعاعى النشاط. هذه النفايات النووية عادةً ما تمثل مشكلةً على الأرض ولكنها لا تكون كذلك على القمر.

يعتبر القمر مكاناً مثالياً لتخزين النفايات النووية؛ حيث لا يوجد هواء ولا ماء ليتلوث، والزلازل القمرية تكون أضعف من أن تهز المستودعات، كما أن الريحوليث القمري يحجب الإشعاع. تشير الدراسات إلى أن رواد الفضاء سيكونون في مأمن إذا ما تم وضع المفاعل النووي في هوة في حجم سيارة على بعد ثلثي ميل (0,6 كم).

لا ينفجر وقود اليورانيوم إذا ما تم حفظه بكميات صغيرة، وبالرغم من ذلك يجب حفظ اليورانيوم في مستودعات سميكة للحفاظ على سلامة البشر، وهذا يجعل إحضاره من الأرض على التكلفة. ولحسن الحظ يحتوى القمر على يورانيوم أكثر من الأرض!

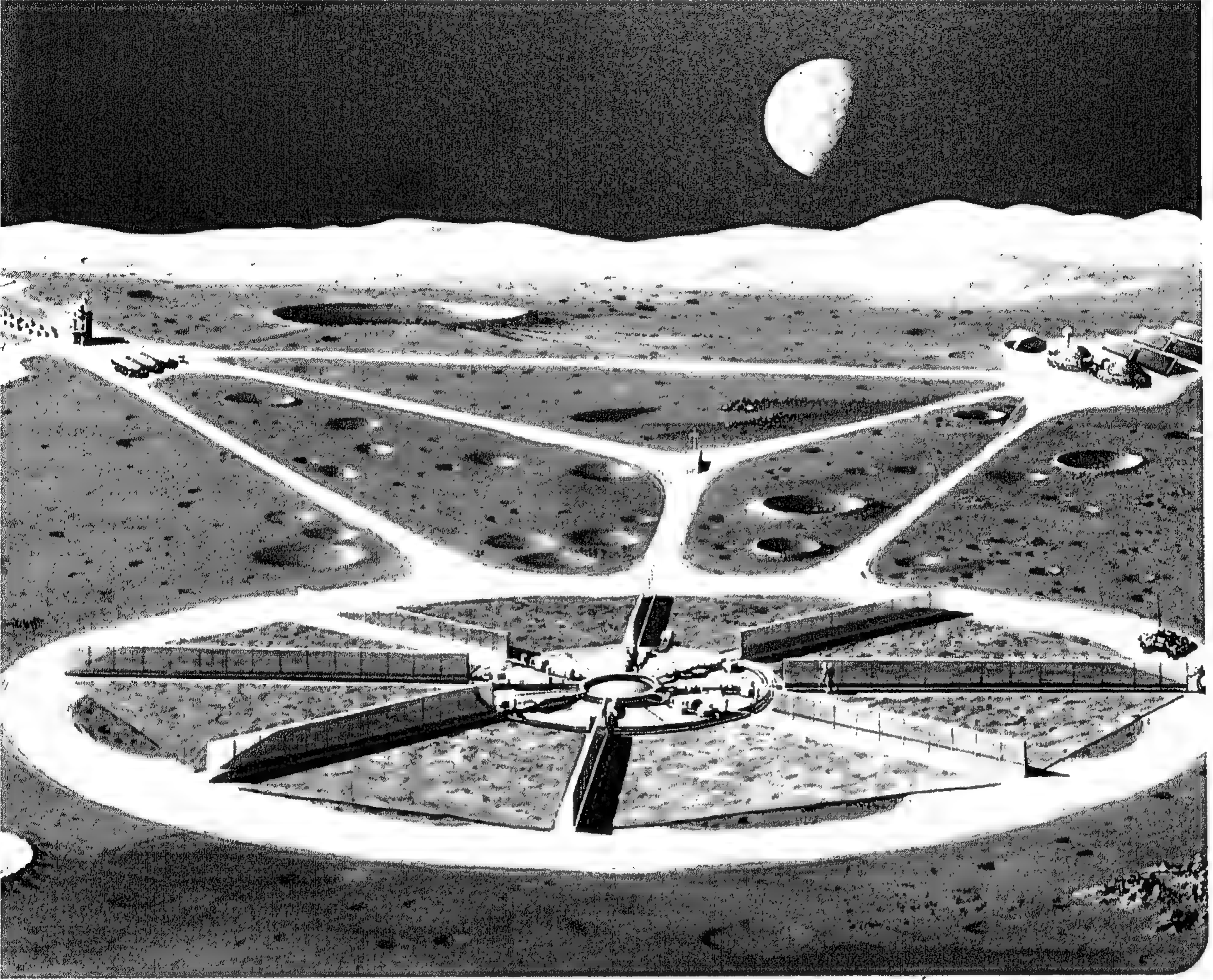
يؤكد العالم الجيولوجي ج. جيفرى تايلور من جامعة هاواي أن «محيط بروسيلاروم» والجبال المحيطة بالإمبريوم تحتوى على أكثر اليورانيوم، حيث يقول: «لو أن مستوطنى القمر يحتاجون إلى اليورانيوم للمفاعلات النووية فهذا هو المكان الذى ينبغى البحث فيه عنها، ومن الصعب التنقيب عن اليورانيوم لأنه عادةً ما يكون مختلطاً بالريحوليث بدلاً من أن يكون مركزاً كما هو الحال على الأرض، ولكن اليورانيوم موجود هناك إذا ما احتاجه الرواد».

## اندماج المستقبل

ربما يصبح الاندماج النووي فى المستقبل وسيلة لتوفير الطاقة لكل من القمر والأرض. ويأمل العلماء إتمام هذه التقنية خلال 50 عاماً. ينتج الاندماج إشعاعاً أقل من الانشطار ولا يخلف نفايات نووية.

تنتج مصفوفات الطاقة الشمسية أقصى طاقة عندما تكون مواجهةً للشمس. إلا أن تحريك الوحدات لمتابعة الشمس يحتاج إلى طاقة أيضاً، لذا فمن الممكن عمل وحدات على شكل خيمة فيواجه أحد جوانبها الشرق ويواجه الآخر الغرب بحيث تولد الطاقة بغض النظر عن موضع الشمس فى السماء. يمكن للعربات القمرية الجوالّة استخدام هذه الوحدات لزيادة عمر بطاريات الوقود.





28

رسم يبين مفاعلاً نووياً مدفوناً لحماية البشر من الإشعاع. ولا يرى منه فوق سطح الأرض سوى ألواح الإشعاع التي تتخلص من الحرارة. ومع انعدام وجود الهواء والماء والغبار أو حتى الحيوانات لإفساد ترتيب الأشياء، فإن القمر يعتبر مكاناً آمناً لتخزين النفايات النووية. تحمل الكابلات الطاقة الكهربائية إلى المستوطنات. ويمكن لمفاعل في حجم سيارة أن يولد كهرباء لمدة سبعة أعوام.

يعتبر الهيليوم 3 أفضل وقود للاندماج. وهو مادة تأتي من الشمس وتتدمر بسرعة بفعل البيئة على الأرض. ولا يوجد منها في العالم كله إلا بضعة مئات من الأرتال.

وفي المقابل فإن القمر يعتبر منجماً من مناجم الهيليوم 3. والعلماء يعتقدون منذ أعوام طويلة أن مليون طن - وربما 100 تريليون طن - من الهيليوم 3 مكدسة على سطح القمر، وهي كمية تكفي لإنتاج عشرة أضعاف الطاقة التي تنتجها جميع أنواع الوقود الحفري على الأرض. ويمكن لمفاعل متحرك بطيء أن ينقلها من الريحوليث بسهولة عن طريق التسخين.





يحتاج الرواد إلى المعادن كالألومنيوم والحديد والتيتانيوم لبناء

المنازل والعربات القمرية الجواله ومركبات الفضاء وأواني الطهي.

كما أنهم يحتاجون إلى السيليكون لخلايا الطاقة الشمسية. فأين توجد هذه

العناصر؟ يعتبر الألومنيوم والسيليكون أهم مكونات الأنورثوسيت التي

تكون القشرة الأصلية للقمر، وتوجد بقايا القشرة الأصلية في الأراضي المرتفعة.

أما المعادن الأثقل كالتيتانيوم والحديد فقد كانت تكون الحمم التي كونت الماريا.

وعندما تبرد الحمم تصبح صخوراً سوداء تسمى البازلت.

يقول آلان بيندر عالم القمر: إنه لو كان البازلت الذي

تم إحضاره من أبولو 11 وأبولو 17 موجوداً على

الأرض، «لكانت هذه المناطق من أغنى

مستودعات التيتانيوم على الإطلاق».

لقد شكلت الحرارة الهائلة للارتطام نوعاً

ثالثاً من الصخور يسمى بريشة الارتطام.

تحتوى صخور البريشة على قطع منصهرة

من الحجر النيزكي أو المذنب الأصلي وكذلك

أنورثوسيت بازلت. لقد نثرت الارتطامات

صخور البريشة على جميع أنحاء القمر، لذا فسيكثر

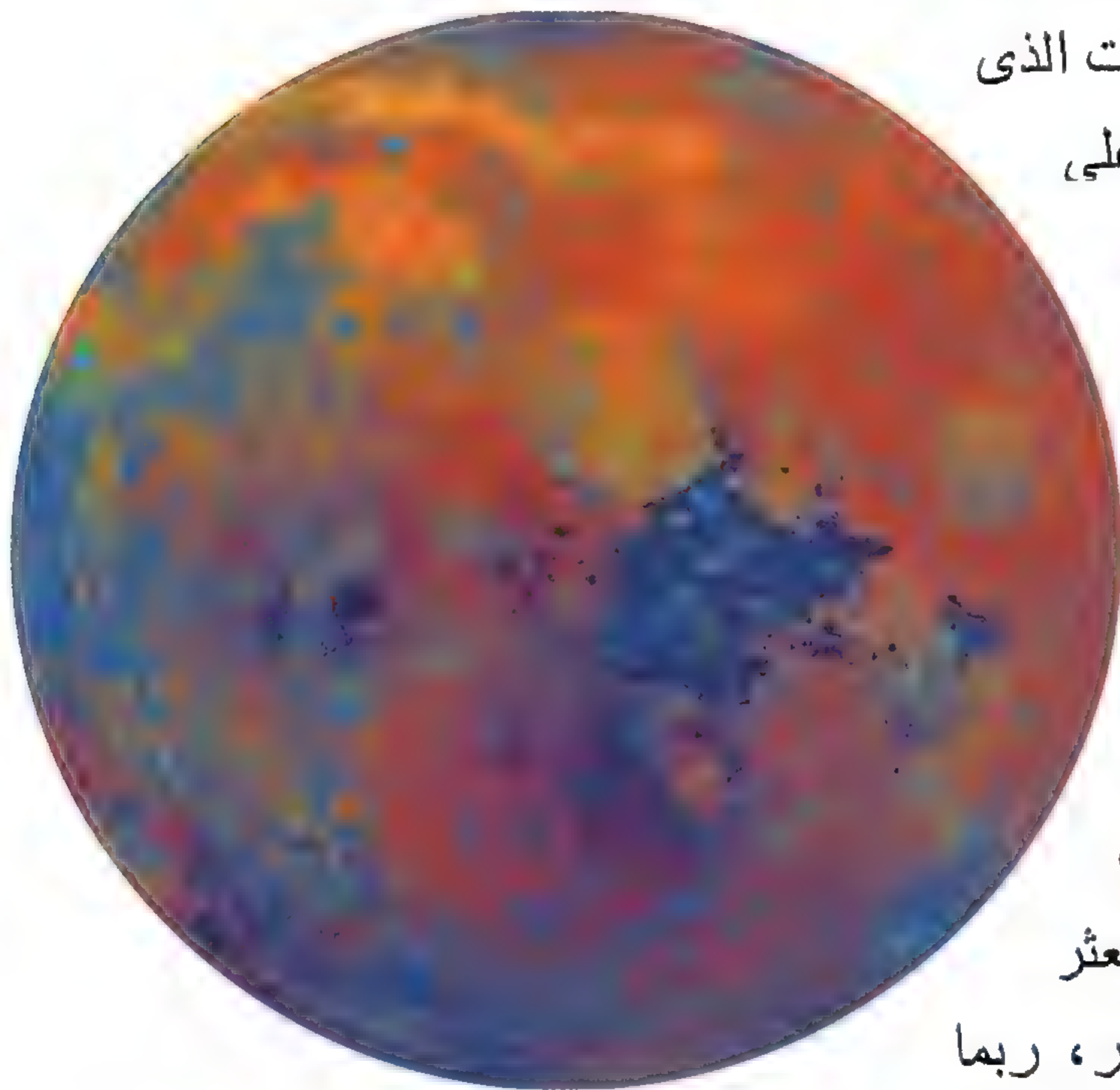
الرواد على معادن أينما نزلوا على سطح القمر، ربما

يختارون النزول في موضع قريب من مناطق العناصر القيمة

النادرة، أو الـ «كريب» وهي اختصار لرموز: البوتاسيوم وعناصر الأرض النادرة

والفوسفات. وأكثر الأماكن على القمر التي تحتوى على أكبر كمية من الكريب هي المنطقة

التي هبطت فيها أبولو 14 وأرستاركوس في محيط بروسيلاروم.



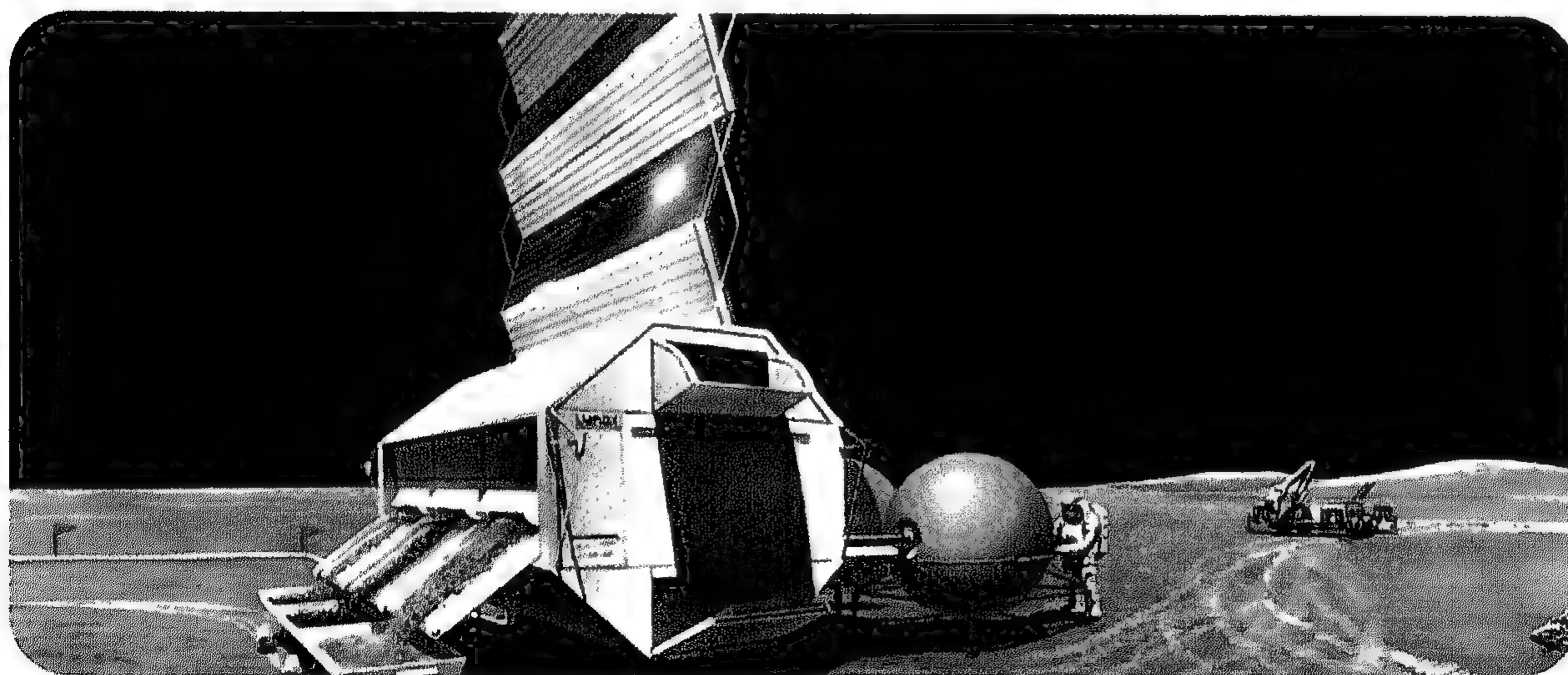


يحتاج الإنسان إلى الأكسجين لكي يتنفس ، كما أن 80 بالمائة من وزن وقود الصواريخ يكون عبارة عن أكسجين سائل (Liquid Oxygen) يسمى «لوكس» على سبيل الاختصار ، إلا أنه من المكلف جداً إحضار هذا الأكسجين من الأرض ، ولحسن الحظ لن تكون هناك ضرورة لذلك .

يتكون نصف حجم كل حجر قمرى من الأكسجين ، ولكن السؤال هو كيفية استخراج الأكسجين من تلك الأحجار .

لقد تم اختبار العديد من الطرق على الأرض . إحدى هذه الطرق تسمى خفض الهيدروجين ، وتحتاج إلى الأحجار القمرية المحتوية على الإلمانيت - وهو معدن مؤلف من حديد وتيتانيوم وأكسجين . يتم طحن الإلمانيت إلى رمل ويسخن . يصنع غاز الهيدروجين فقاقيع في الرمال ، ويندمج الأكسجين مع الهيدروجين ليكون الماء . وتستخدم الكهرباء لإزالة الأكسجين من الماء ، ثم يتم تبريد الأكسجين لعمل الأكسجين السائل ، ويعاد تدوير الهيدروجين .

لا يوجد الكثير من الهيدروجين فوق القمر . فبدلاً من تقليل الهيدروجين يمكن للمصانع القمرية استخدام تحليل الماجما الكهربى (الصهارة الصخرية المذابة فى باطن الأرض) للحصول على الأكسجين من الصخور ، وسيتم صهر الصخور فى فرن فائق الحرارة ، ثم يتم إرسال تيار كهربى



يتم تغذية القادوس فى مقدمة ماكينة إنتاج الأكسجين بالريجوليث الخام . يتم تسخين الريجوليث لإزالة الأكسجين ثم يخرج من الجانب الأيسر . تقوم ألواح الإشعاع على القمة بإمداد الماكينة بالبرودة لتحويل غاز الأكسجين إلى أكسجين سائل الذى يمكن تخزينه فى الخزانات البرتقالية اللامعة . ولا يظهر فى الصورة مصدر الطاقة للماكينة والذى يمكن أن يكون مفاعلاً نووياً مدفوناً أو صفوفًا عديدة من الخلايا الشمسية .



خلال الماجما، مما سيجعل الأكسجين النقي يكون فقايق ويتصاعد. وتحتاج إذابة الصخور إلى الكثير من الطاقة. كما أن أوانى الانصهار تبلى بسرعة. لذلك فإن أفضل شيء بالنسبة للتحليل الكهربى للماجما أنه يصلح لأى صخر قمرى وليس فقط الصخر المحتوى على الإلمانيت.

## الواحة القمرية

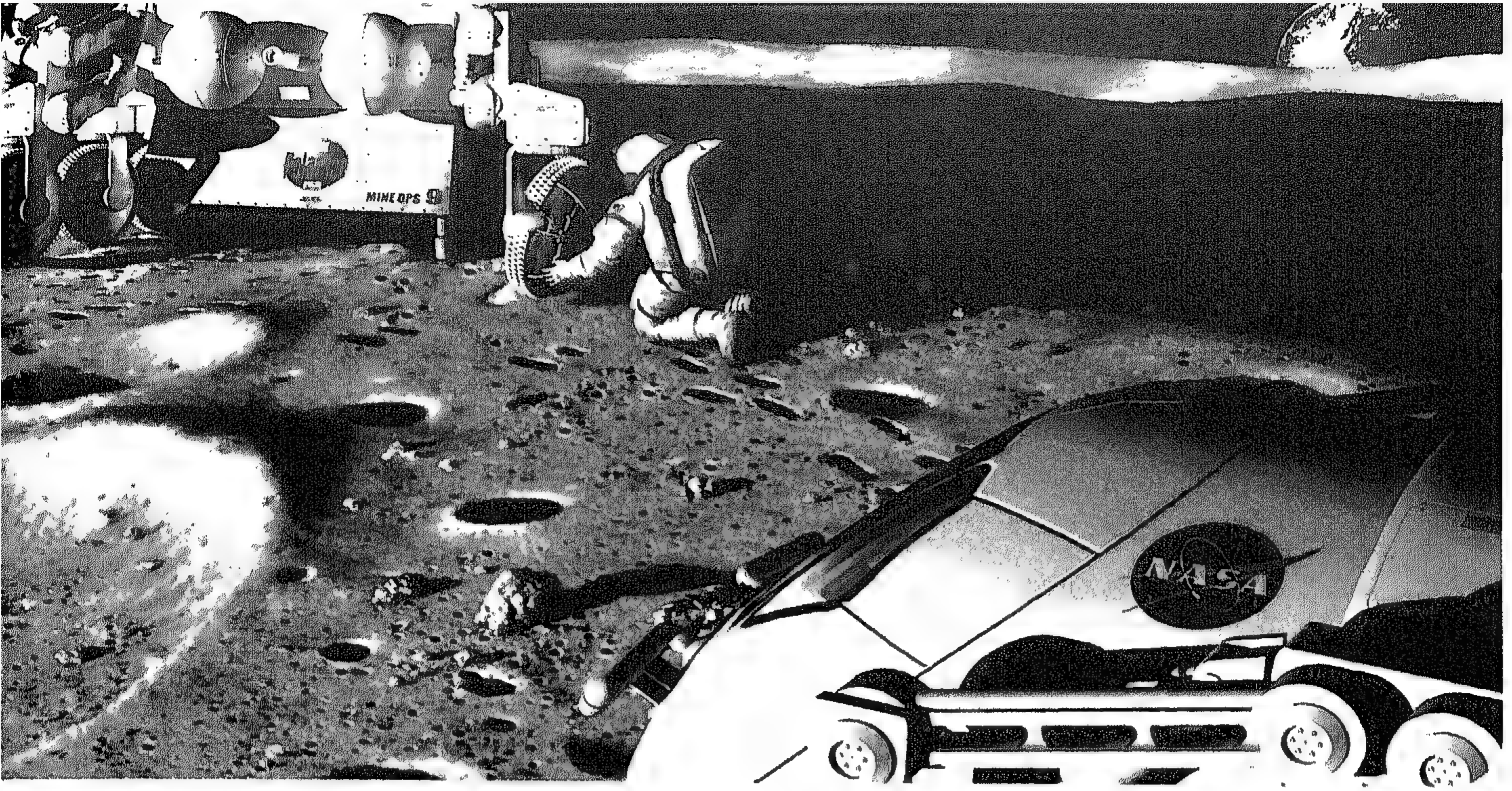
الأحجار القمرية لا تحتوى على ماء ولا حتى نقطة واحدة. فهل سيتعين على المدن القمرية صرف مبالغ فلكية لاستيراد المياه من الأرض؟ ربما لا، فعلى قطبى القمر توجد فوهات لا ترى الشمس مطلقاً، وبالتالي فإن هذه الفوهات المظلمة باردة جداً (-387° ف!) (-232, 8° م) لدرجة أن الجزيئات تتوقف عن الاهتزاز. فهل يمكن احتجاز الثلج المتناثر من المذنبات المصطدمة بالقمر فى هذه الفجوات؟

لقد انطلقت مركبة فضائية تسمى المستكشف القمرى لاستطلاع الأمر. وفى مارس 1998 عثرت هذه المركبة على دليل لوجود ماء بكمية كبيرة قرب القطب الجنوبى. رائع! القمر الجاف يحتوى على واحة.

كان الدكتور بيندر هو القائد العلمى للمستكشف القمرى. وقد توقع بيندر أن الثلج يقع فى أعلى ثلاثة أو ستة أقدام (90 أو 180 سم) من السطح. يقول بيندر: «إذا ما تم تجميع هذه الثلوج فى مكان واحد فستصنع ما يشبه بحيرة مساحتها من 2 إلى 3 أميال مربعة (من 3, 2 إلى 4, 8 كم<sup>2</sup>) وعمقها من 50 إلى 100 قدم (من 15 إلى 30 م). وهى ليست مساحة هائلة من الماء». وبالرغم من ذلك فهى كافية لإمداد 10, 000 شخص بالماء لحوالى 350 سنة. وباستخدام إعادة التدوير فمن الممكن أن تمد الملايين من البشر بشكل غير محدود.

هبط العلماء بالمستكشف القمرى داخل هوة عمقها 2, 5 ميل (4 كم) بالقرب من القطب الجنوبى للقمر. ولم يروا أى دخان من جراء الهبوط. وقد يعنى هذا أن الهيدروجين على القمر عبارة عن غاز أتى من الشمس بدلاً من ماء الثلج الآتى من المذنبات. ولكن الدكتور بيندر يقول: «إن هذا لا يهم؛ إن الهيدروجين هو ضالتنا؛ لأننا نستطيع الحصول على الأكسجين من الصخور القمرية ويمكننا حينئذ صنع المياه التى نريدها. السبب الذى يجعلنا نريد معرفة ما إذا كان الهيدروجين ماءً أو غازاً هو الاستخراج. لا يمكننا الصعود إلى هناك بماكينة مياه إذا كان الهيدروجين غازاً، ولا يمكننا الصعود بماكينة هيدروجين إذا كان ماءً».





درجات الحرارة المتطرفة عند القطب القمري ستكون قاسية على المعدات. تبين الصورة رواد فضاء يصلحون جهازًا آليًا للتنقيب عن الثلج على الحافة دائمة الإضاءة في هوة دائمة الإعتام. وبمجرد إزالة الثلج، يمكن استخدام هذه الفجوات الخاصة المعتمدة كسفينة نوح حديثة لحفظ الحبوب والمستلزمات الأخرى في درجة حرارة فوق الصفر مباشرة.

## الصقيع القمري العميق

كان يوجد داخل مركبة المستكشف القمري كبسولة من الألومنيوم يبلغ حجمها حجم إصبع أحمر الشفاه. وكانت هذه الكبسولة تحمل بعضًا من رماد العالم الجيولوجي يوجين شوميكر، وهو الذي علم رواد أبولو علم الجيولوجيا. أصبح هذا العالم الجيولوجي أول إنسان يدفن على القمر، وستبقى بقاياها وبقياء المركبة على حالتها الأصلية لملايين وربما بلايين السنين؛ فليس هناك أشعة شمس لتبهت الألوان ولا رياح أو أمطار لتلمس أو تحرك أى شيء في هذه الفوهات العميقة. يقول د. بيندر: «ربما يتمكن الزوار في المستقبل من التقاط قطعة من المركبة وستبدو جديدة».

وربما أصبحت فوهات القمر العميقة في يوم ما مخزنًا للطائرات الثمينة وحبوب المزروعات والحامض النووي للحيوانات، إذا ما تعرضت الأرض لحرب عالمية أو ارتطام مذنب - لا قدر الله - فربما أصبح القمر حينئذ سفينة نوح التي تساعد على إعادة بناء الحضارة فيما بعد.



## نشاط

طبق اليوم: أحجار قمرية

المكونات: حماد 2 طبق شوربة - ملعقة صغيرة - ملعقة كبيرة  
- قرن ميكروويف - ثلاجة - مجفف

المقادير:  
1 ملعقة كبيرة من حبوب  
أرز، «ريجوليث»  
1 ملعقة كبيرة من سكر  
مطحون «الغبار»  
جيلاتيني كبيرة مقسمة  
«القمرى»  
1 شرة جوز أو بتدق  
«حجر النيزك»  
1 ملعقة كبيرة من  
«البازلت»  
1 قطعة حلوى سكر  
جيلاتيني كبيرة مقسمة  
«أنورثوسيت»  
1 شرة جوز أو بتدق  
«حجر النيزك»

### الخطوات:

1. ضع مقدار ملعقة كبيرة من الشيكولاتة «حمم اللافا/ البازلت» فى طبق صغير. ضع فوقها حلوى السكر الجيلاتينى «أنورثوسيت».
2. ضع الطبق فى فرن الميكروويف عند درجة حرارة عالية لمدة 45 ثانية أو حتى ينتفخ السكر الجيلاتينى وتلين الشيكولاتة. أخرج الطبق من الميكروويف بحرص. والآن لقد أصبح لديك قمرٌ ساخن!
3. ضع مقدار ملعقة سفرة من الأرز «ريجوليث» فوق الشيكولاتة والسكر «القشرة» فى الطبق. اكبس «حجر النيزك» من الجوز فوق الخليط بمؤخرة الملعقة. استخدم الملعقة لتشكيل الخليط فى شكل كرة «صخور البريشة».
4. ضع مقدار ملعقة صغيرة من السكر المطحون «غبار القمر» فى طبق نظيف. أسقط «صخور البريشة» المذابة فى «الغبار» سكر البودرة وقلبها حتى تغطى بالسكر تماماً.
5. ضع الطبق المحتوى على البريشة فى «الفريزر» لمدة 5 دقائق أو فى الثلاجة لمدة 15 دقيقة. مع التبريد ستجمد الصخور.

6. اقطع عينةً صغيرةً من صخرتك للدراسة. هل تحتوى العينة على جزء من كل نوع من أنواع الصخور (أنورثوسيت، بازلت، ريجوليث، غبار)؟ رغم أن الصخرة الكاملة تحتوى على كميات متساوية من «الريجوليث» الأرز و«البازلت» الشيكولاتة، قد لا تكون العينة كذلك. هل تبينت لماذا ينبغى على العلماء الحصول على العديد من العينات؟

7. ضع صخرتك فى الثلاجة حتى يحين الوقت للاستمتاع بمكافآت علوم القمر اللذيذة.









إعادة البشر إلى القمر ليست مهمة سهلة، فالمكوك الفضائي الأمريكي والصاروخ الروسى «السويوز» هما الوسيطان الوحيدتان لنقل الأفراد إلى الفضاء اليوم. فلا أحد يستطيع أن يطير إلى القمر. كما أن الرحلة تتطلب كميات من الوقود أكبر من قدرتهما. إلا أنه مازال بإمكانهما مساعدتنا فى الوصول إلى هناك.

تنقسم الرحلة إلى القمر إلى ثلاث مراحل: من الأرض إلى المدار، ومن مدار الأرض إلى مدار القمر، ومن مدار القمر إلى سطح القمر.

استخدمت مركبة الفضاء أبوللو الصاروخ العملاق «ساتورن 5» للوصول إلى مدار الأرض. وكان كلٌ منهم يحمل رائداً وعربتين وجميع المستلزمات كمرحلة الذهاب والعودة. أما الصواريخ الحديثة فلا تستطيع حمل كل هذا الوزن. وإنما يمكن إطلاق العربات القمرية والإمدادات للرواد كل على حدة. فعلى سبيل المثال يمكن للمكوك الفضائى أن يحمل الرواد والصاروخ الروسى يطلق العربات القمرية، والصاروخ الأوروبى يطلق الإمدادات، ويمكن لهذه الأجزاء أن تلتحم عند مدار الأرض.

كانت مركبة أبوللو للقيادة والخدمات (MSC) والمركبة القمرية (ML) قد انطلقتا متصلتين إلى القمر. واستقرت مركبة القيادة والخدمات فى المدار القمري فى حين أكملت المركبة القمرية إلى السطح وعادت. وأحضرت مركبة القيادة والخدمات طاقم الرواد إلى الأرض مرة أخرى.

لم يعد هناك اليوم مركبات حديثة للقيادة والخدمات. إلا أن كبسولة سويوز مع أداة تعزيز الطاقة بالصاروخ قد تقوم بنفس الدور. كما أنه لا يوجد اليوم مركبات قمرية أيضاً فمن الضرورى وجود شىء جديد لحمل الأفراد من وإلى سطح القمر وتعمل أيضاً كماوى مؤقت.

#### الفصل الرابع

## العودة إلى القمر

لا يبدو القمر بعيداً عندما يرى من مدار الأرض. وبلغت الطاقة، فالذهاب إلى هناك أسهل من مقاومة الجاذبية الأرضية. لذا فمن الممكن فى المستقبل أن تقوم المركبات الفضائية التى تطوف حول الأرض باستخدام القمر كمحطة إمداد للوقود ومركز إطلاق للمجموعة الشمسية الخارجية.



سوف يحتاج البشر المقيمون فوق القمر إلى حمام على الأقل وهو ما لا يوجد في المركبات القمرية! أمّا مركبات محطات الفضاء الدولية فتحتوى على كل شيء يحتاجه الإنسان للحياة فوق القمر. ويمكن لهذه المركبات أن تهيأ للاستخدام فوق القمر.

هل من الممكن أن تدفع عدة بلايين من الدولارات لتقوم برحلة إلى القمر؟  
إن إنشاء واختيار المركبات الحديثة قد يتكلف هذه التكلفة. وإطلاقها سيحتاج إلى مئات الملايين الإضافية. فمن أين ستأتى هذه الأموال؟

## تكلفة العودة

تنفق الشركات الكبرى الأموال لتصنع المزيد من الأموال؛ فربما تقوم بشراء أو تأجير مركبات الفضاء لاستخدامها في الرحلات القمرية. لقد قام بالفعل بعض السياح بدفع 20 مليون دولار لكل واحد منهم للذهاب إلى مدار الكرة الأرضية. وقد يدفع آخرون المزيد لأجل تكرار تجربة أبولو 8.

ويمكن للشركات الخاصة أن تجنى الأموال عن طريق نقل الأفراد إلى القمر للسياحة أو للتنقيب في الأرض. فالناس يدفعون الأموال بالفعل على شبكة الإنترنت لشراء صكوك تخليية للأراضي القمرية. فكم من الممكن أن يدفعوا لأراضٍ حقيقية على القمر؟ يمنع القانون الدولي الحالى الحكومات من امتلاك أو بيع الأراضي القمرية، ولكن من الممكن أن يتغير هذا. إن إحدى الوسائل التقليدية لتمتلك أرضاً أن تكون أول من أقام عليها. وعندما يتم بناء محطات الطاقة أو المناجم أو المراكز العلمية أو المستشفيات ستزيد قيمة الأرض. ويمكن للملاك حينها إعادة بيع هذه الأملاك بأرباح كبيرة كما يفعلون على الأرض.

تنفق الحكومات الأموال على أبحاث الفضاء لتحسين حياة المواطنين. ولا أحد يعلم القيمة الحقيقية المترتبة على منح البشر عالماً جديداً يعيشون فيه. ولكن إنشاء أول قاعدة قمرية سيتكلف تقريباً نفس ما تكلفه إنشاء محطة الفضاء الدولية، هذه التكلفة أقل من نصف ما تنفقه حكومة الولايات المتحدة سنوياً. ومن الممكن في النهاية تعويض بعض من هذه النفقات عندما تقوم هذه القواعد القمرية بإرسال إمدادات إلى المحطة الفضائية. وسيكون هذا أرخص من

---

ذهب رواد المركبة أبولو إلى القمر داخل مركبة القيادة والخدمات (CSM). أسفل الصورة إلى اليسار. ثم انتقلوا إلى مركبة قمرية (LM) تشبه العنكبوت. أعلى الصورة إلى اليسار. ستجعل التقنية الحديثة تلك الرحلات أكثر أماناً وأكثر راحة مما كانت عليه مع رواد أبولو.



إحضارهم من الأرض . إن رحلة ذهاب وعودة من المحطة إلى القمر تستهلك وقوداً أقل مرةً ونصفاً من رحلة ذهاب وعودة من المحطة إلى الأرض .

ربما يتطلب الأمر بعضاً من التعاون بين الحكومات والقطاع الخاص لإنشاء أول قواعد قمرية ، وربما يستغرق الأمر وقتاً طويلاً قبل أن تتمكن تلك القواعد من الإنفاق على نفسها ، ولكن مكافأة البحث والاستكشاف ستبقى إلى الأبد .

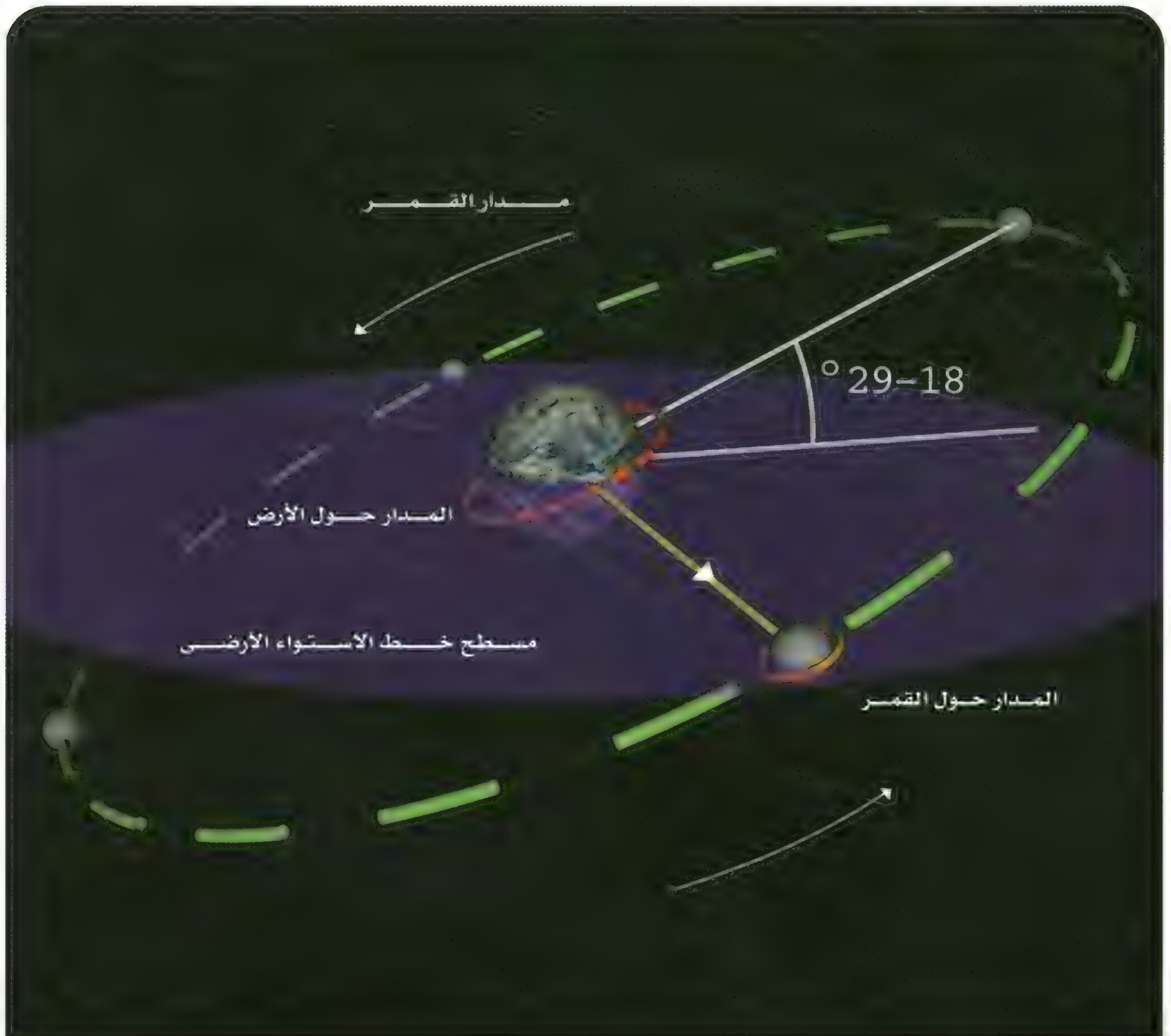




## الطيران إلى القمر

إن الوصول إلى القمر أمر معقد. فالقمر يدور حول الأرض كل شهر. ويتحرك إلى أعلى وإلى أسفل أيضاً لأن مداره يميل مع خط الاستواء على الأرض. فعندما يكون القمر في أعلى نقطة في مداره يكون على ارتفاع من 18 إلى 29 درجة فوق خط الاستواء. وبعد أسبوعين يكون على ارتفاع من 18 إلى 29 أسفل خط الاستواء.

ولكى تسافر المركبة إلى القمر يجب أن يكون مدارها على حافة مدار القمر حتى تتمكن من الالتقاء بالقمر عند امتداد المدار. تسمى الفترات التي يمكن للمركبة أن تدخل فيها على حافة المدار بنوافذ الإطلاق، والأفضل اختيار نافذة إطلاق تستهلك وقوداً أقل وإن كان ذلك ليس ضرورياً. ولن يكون عند الرواد الأوائل الكثير لادخاره. تفتح النوافذ التي تستهلك وقوداً أقل مرتين إلى ثلاث مرات في الشهر.

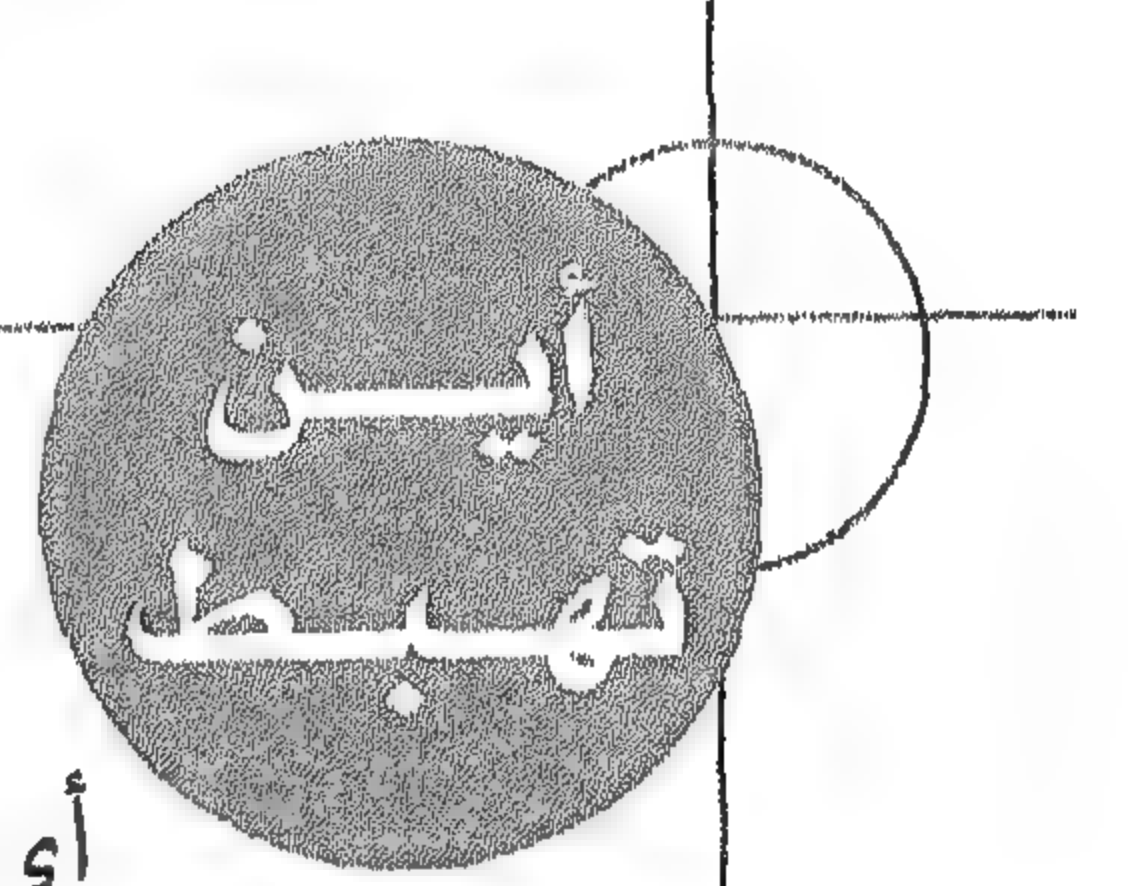




على الرغم من ذلك فالقمر يقع على بعد 240,000 ميل (386,160 كم) من الأرض . يستغرق الصاروخ ثلاثة أيام ليقطع تلك المسافة الشاسعة . لذا فالمركبة تسعى إلى النقطة التي سيتواجد فيها القمر بعد ثلاثة أيام لا التي يتواجد فيها لحظة ترك المركبة لمدار الأرض .

بمجرد بناء قاعدة على القمر ، سيستخدم الرواد المرشد اللاسلكي للعثور عليه بأمان . وإلى أن يتم ذلك سيتم ضبط توقيت الإطلاق بحيث تصل المركبة بعد شروق الشمس مباشرة . ظلال الصباح الطويلة تجعل رؤية علامات الحدود وتحاشي الصخور والفجوات أسهل . يتيح الهبوط عند شروق الشمس أسبوعين من الضوء لإعداد المعسكر قبل أيام الليل الطويل .

**يحدد موضع القمر متى يمكنك الذهاب إلى القمر؟ ولكن موضعك على القمر هو الذي يحدد متى يمكنك العودة إلى الأرض .**



يمكن إطلاق السفن من قرب خط الاستواء القمري إلى الأرض في أي وقت؛ لأن خط الاستواء القمري له حافة دائمة تجاه الأرض . (إذن فهبوط رحلات أبولو كان بجوار خط الاستواء القمري) . ومع ذلك حتى تتمكن المركبة من الالتقاء بمحطة فضاء في مدار الأرض ، يجب عليها أن تنتظر حتى يكون مدار المحطة الفضائية في مقابلة القمر ، وهو ما يحدث كل عشرة أيام تقريباً .

أما الإطلاق من مناطق بعيدة عن خط الاستواء القمري ، فعادةً ما يضع المركبة في مدارات تذهب أعلى أو أسفل خط الاستواء القمري . يمكن للمركبات أن تصل إلى الأرض فقط عندما تكون المدارات في مقابلة الأرض . تؤدي حركة القمر إلى حدوث ذلك كل أسبوعين . وانتظار الحافة لتحوي محطة الفضاء قد يضيف حوالى شهر .

ولتجنب الانتظار فإن زوار القمر البعيدين عن خط الاستواء القمري ينبغي ألا ينطلقوا نحو الأرض مباشرةً ، وإنما ينطلقون نحو نقطة في الفضاء تسمى ل1، وهي النقطة التي تتعادل

---

للوصول إلى القمر يجب أن تسعى المركبة الفضائية إلى النقطة في الفضاء التي سيتواجد فيها القمر بعد ثلاثة أيام . يتحرك القمر في مداره (الأخضر) 18 إلى 29 درجة فوق ثم تحت مسطح خط الاستواء الأرضي (الأزرق) . تغادر المركبة مدار الأرض عندما يقطع مسارها حول الأرض (الأحمر) مسطح المدار القمري . ويمكنها بعد ذلك اتباع مسار مباشر (الأصفر) إلى القمر . وعندما تصل إلى القمر ، تكبح المركبة نفسها في المدار القمري (البرتقالي) .



فيها جاذبية الأرض وجاذبية القمر مع بعضهما. ويمكن للسفن الفضائية أن تصل إلى الأرض أو إلى القمر من هذه النقطة لـ 1 في أى وقت. ويمكن أن تقوم هذه النقطة بدور استراحة طبيعية، ومحور للمركبات الفضائية ومستودع وقود، أو يمكن للسكان القمريين الذين يسكنون بعيداً عن خط الاستواء القمري أن يرحلوا ببساطة إلى خط الاستواء القمري وينطلقوا من هناك.

**الجانب القريب هو الاختيار الملائم لأول قاعدة قمرية. لماذا؟ لسبب واحد: أن معظم بحار الماريا تقع على الجانب القريب، فبالإضافة إلى تمتعها بالمعادن الغنية تعتبر بحار الماريا الهادئة موانئ فضائية طبيعية.**

**العودة  
إلى الجانب  
القريب**

كما أننا ذهبنا إلى هناك من قبل، فجميع رحلات أبولو كانت على الجانب القريب. فالخبرة المكتسبة من هذه الرحلات تقلل من احتمالات الأخطار غير المتوقعة.

ليس للقمر مجال مغناطيسي<sup>3</sup> شامل، لذا فالبوصله لن تعمل هناك، ولكن البشر على الجانب القريب لن يكونوا بحاجة إلى من يدلهم أين يكونون، كل ما ينبغي عليهم هو العثور على الأرض، فالأرض كما تبدو من القمر تتمايل شمالاً وجنوباً قليلاً كل شهر؛ وذلك بسبب طرف مدار القمر حول الأرض، ولكنها لا تتحرك إلى الشرق أو الغرب. وبالنظر من القمر نحو الأرض يمكن للشخص أن يحدد خط عرضهما وخط طولهما. ورؤية الأرض لها فائدة خاصة في أيام النهار القمرية. لقد أخبر رواد أبولو أن الجانب المضيء من القمر كان براقاً للغاية لدرجة أنه حجب عنهم رؤية النجوم.

الرؤية الثانية للأرض تعنى أيضاً اتصالات لاسلكية مستقرة. فلن يفقد الرواد في الجانب القريب الاتصال مع مركز تحكم الرحلة، وهذا يوفر الأمان، ويقلل من التكاليف أيضاً. أما إشارات الجانب البعيد فتحتاج إلى متابعات؛ إما على الأرض وإما في المدار.

دائماً ما تكون الأرض والقمر في مرحلتين متقابلتين. ففي أول وآخر أيام الشهر القمري ذي الـ 29,5 يوم، فإن القمر يكون كاملاً عندما يرى من الأرض، والأرض تكون مظلمة عندما ترى من القمر. وبعد 15 يوماً تقريباً يمر القمر بين الأرض والشمس. فتكون الأرض كاملة عندما ترى من القمر. يدور القمر حول نفسه دورة واحدة في أثناء دورانه حول الأرض، بحيث يكون نفس الوجه (انظر النقط الخضراء) في مقابلة الأرض دائماً.

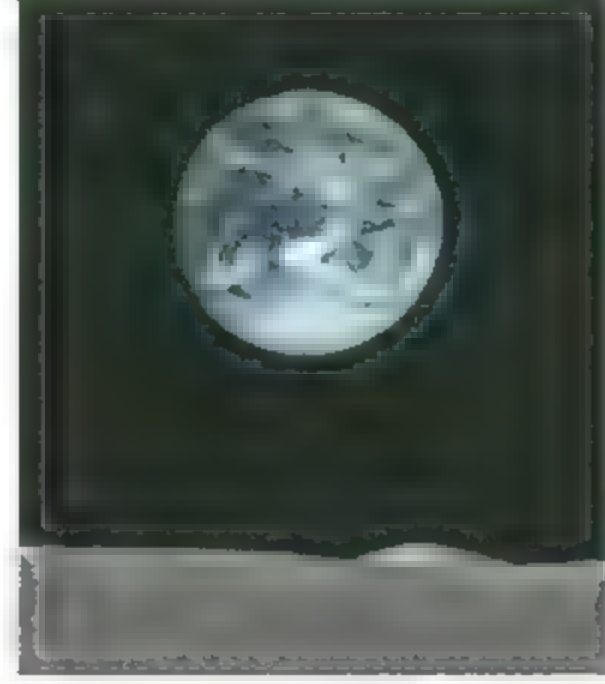


## نتيجة مراحل الأرض

### الأرض من القمر



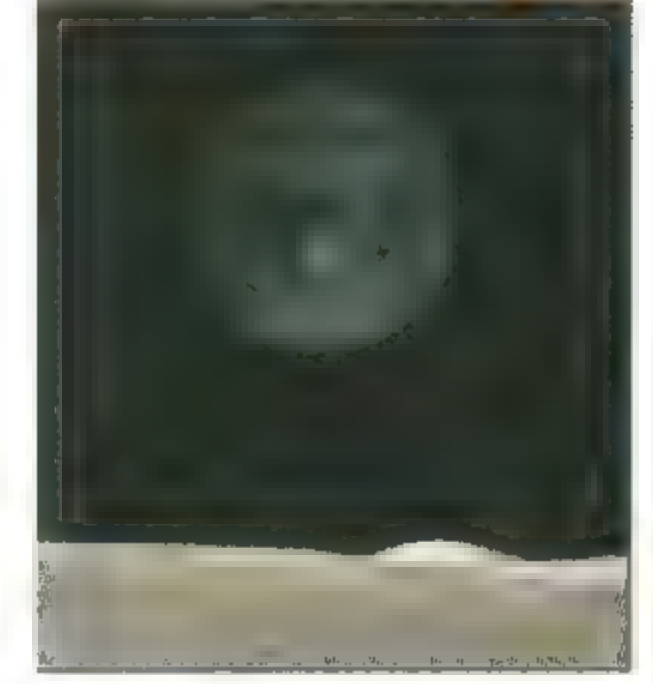
يوم 22  
نصف أرض - تتضاءل  
إلى محاق الأرض



يوم 15  
أرض  
مكتمة

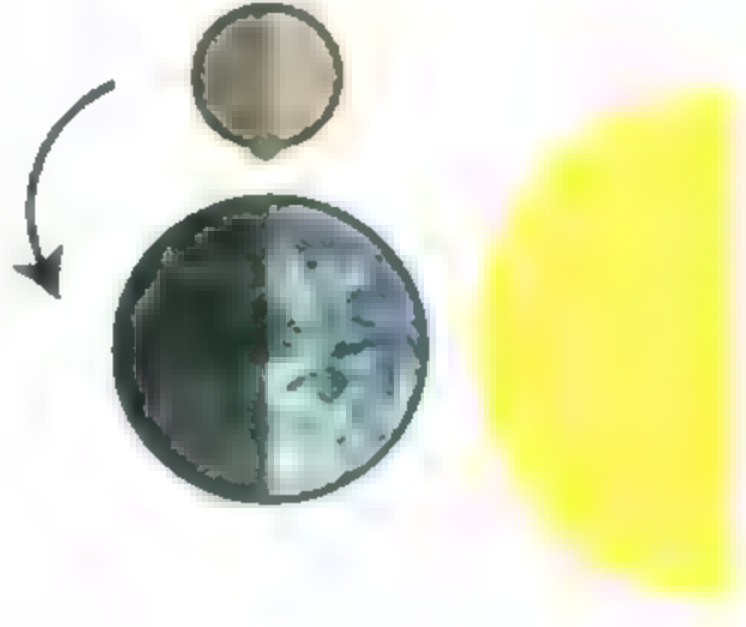


يوم 7  
نصف أرض - تتزايد  
إلى محاق الأرض

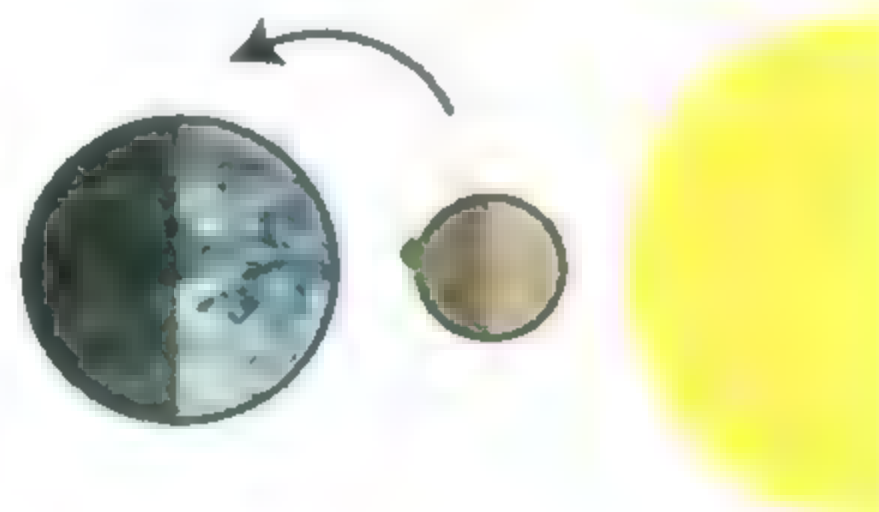


يوم 1 & 29-30  
أرض  
جديدة

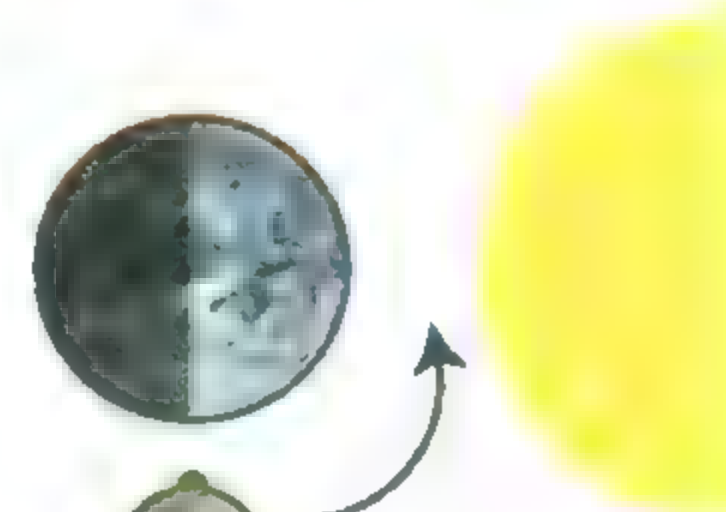
### موقع القمر بالنسبة للأرض والشمس



يوم 22



يوم 15



يوم 7



يوم 1 & 29-30

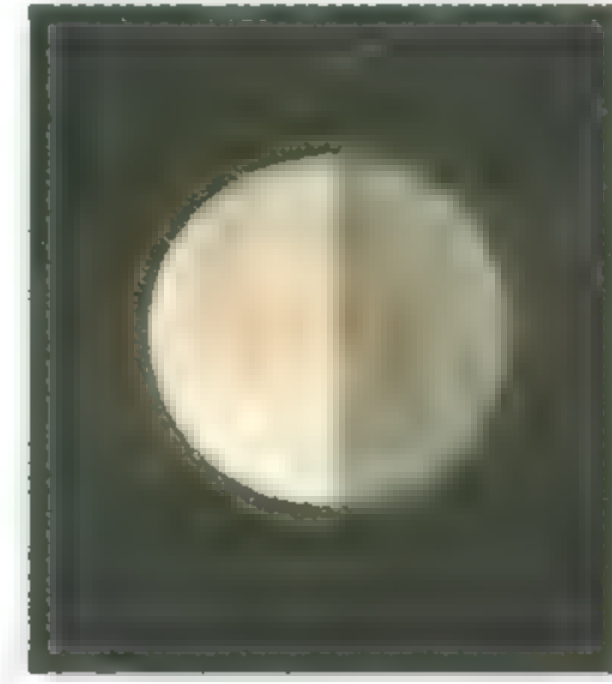
### القمر من الأرض



يوم 22  
نصف قمر - يتضاءل إلى محاق



يوم 15  
قمر جديد



يوم 7  
بدر

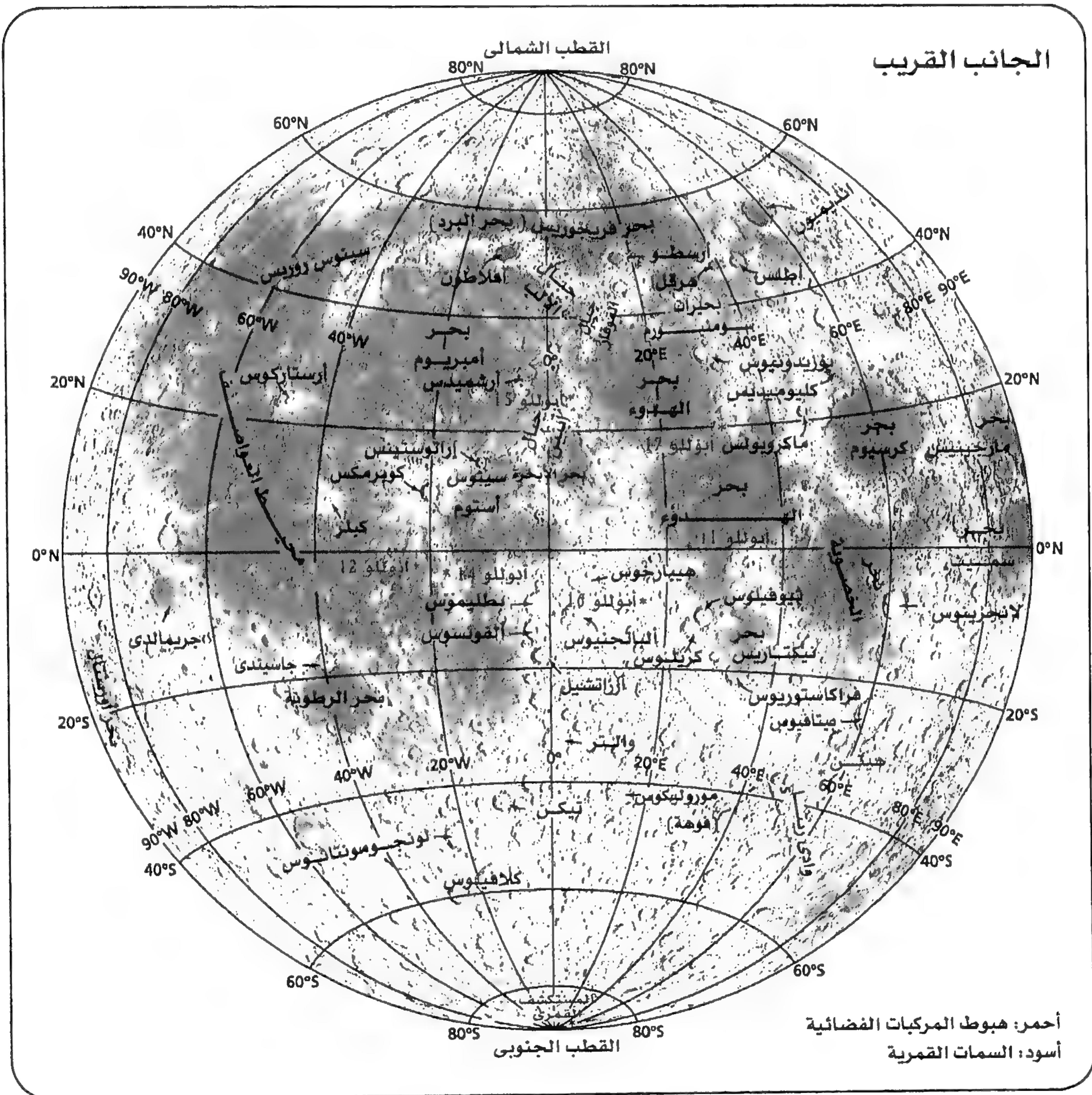


يوم 1 & 29-30  
قمر مكتمل

تمر الأرض بمراحل ترى من الجانب القريب للقمر (مقابلة لمراحل القمر التي ترى من الأرض) وبالتالي تصنع نتيجة مكونة من 29,5 يوم. يكمل القمر دائرة حول الأرض كل 27,3 يوم. وفي أثناء ذلك الوقت، تتحرك الأرض في مدارها حول الشمس، ويحتاج القمر إلى يومين ليلحق بها؛ لذا فالوقت بين الأراضى الجديدة (أو الأقمار المكتملة) يساوى 29,5 يوم. وبينما يرى سكان الأرض جانباً واحداً فقط من القمر، فسيرى رواد القمر سطح الأرض كاملاً يدور كل يوم. وبمشاهدة القارات تمر، يمكنهم معرفة الوقت.

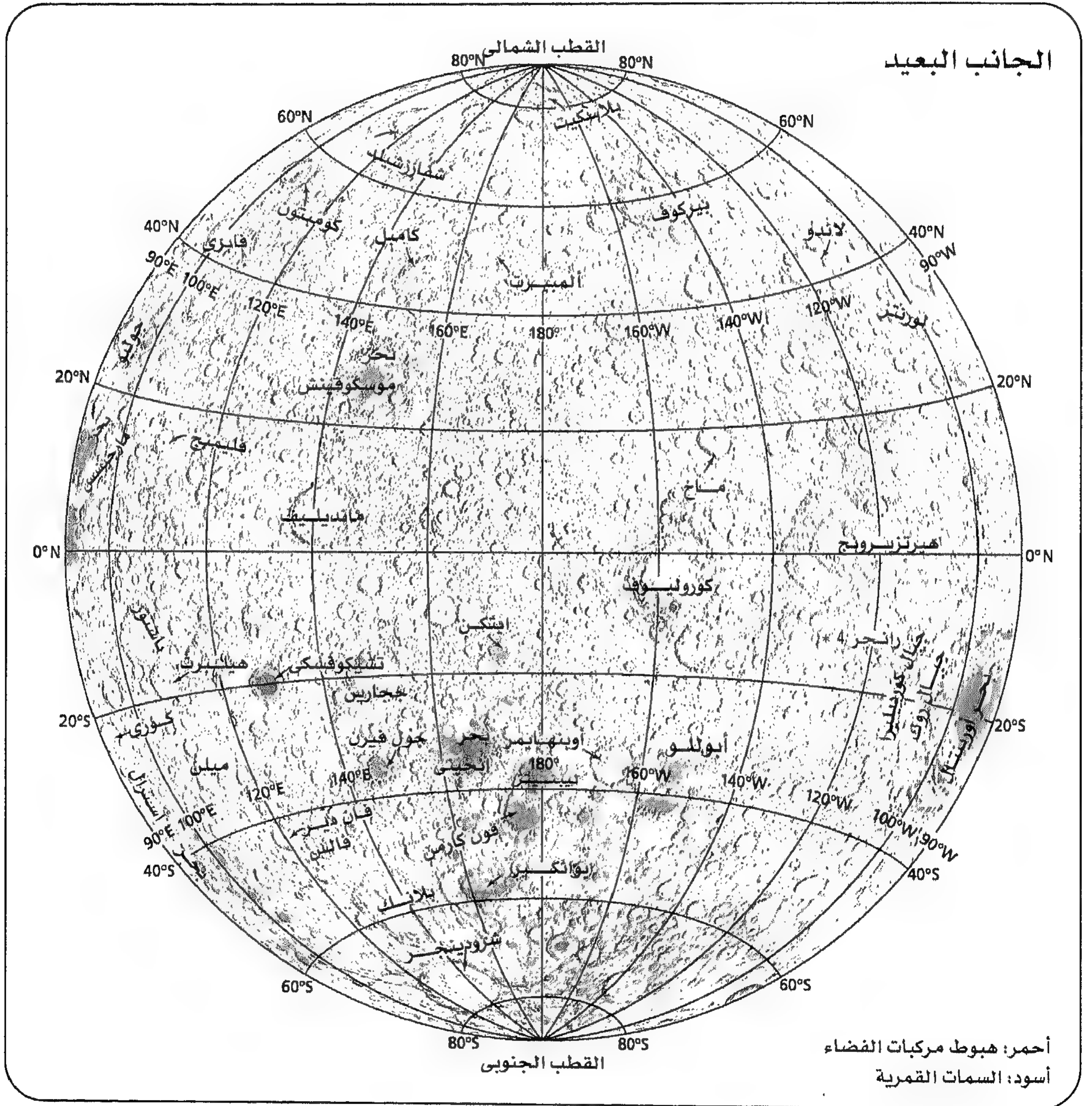
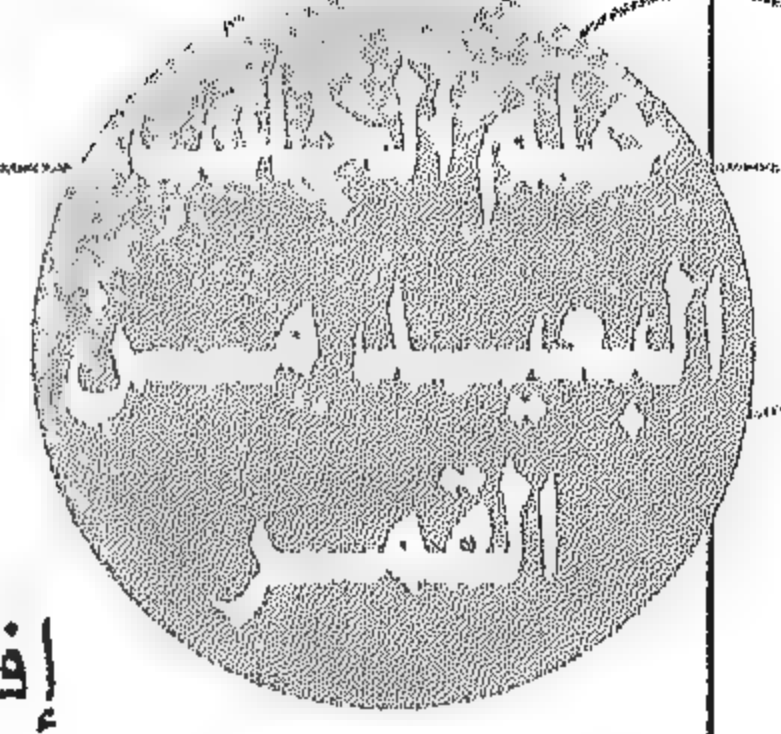


لن يحتاج الرائد القمري المتجول في منتصف الليل لمصباح كشف ، فالضوء المنعكس من الأرض المكتملة له بريق يساوى بريق مصباح 60 وات على بعد سبعة أقدام (2,1م) . حتى البريق الناتج عن نصف الأرض يكفي للقراءة . وبالإضافة إلى أن هذا الضوء جذاب ، فإنه يسد الاحتياج للطاقة لتشغيل أضواء صناعية بالخارج .





يعتبر الجانب البعيد من القمر مكاناً للغرائب. فبالقرب من القطب الجنوبي توجد أحواض أعمق من وادي جراند كانيون (الأخدود العظيم) بأربع مرات. والجبال هناك أعلى من قمة إفرست! لا ريب أن السياح سيدفعون ببذخ لمشاهدة هذه الأماكن.





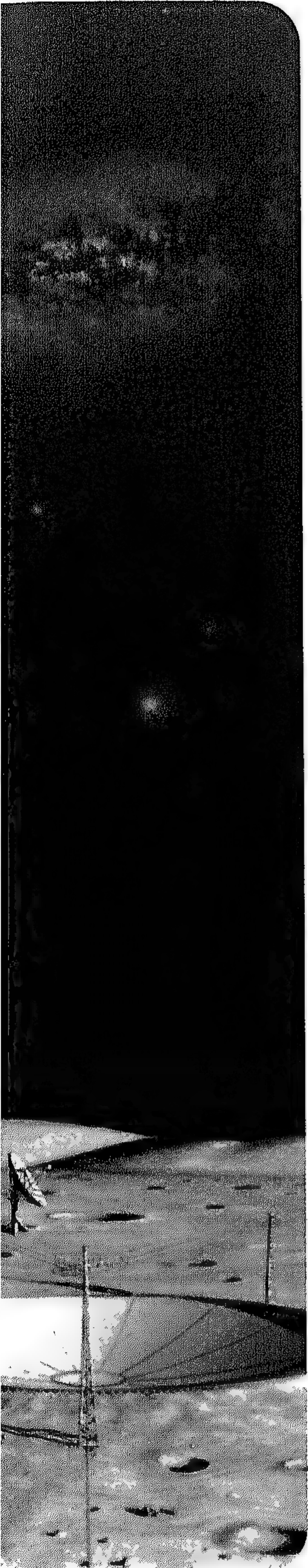
وعلماء تربة القمر أيضاً مشغوفون بمشاهدة تلك الأماكن ، ويتمنون اكتشاف السبب وراء اختلاف الجانب البعيد للقمر عن الجانب القريب . لماذا لا تتلئ الفوهات على الجانب البعيد بالحمم؟ هل القشرة أسمك؟ ربما يمكن لعينات السطح وما تحت الأرض حل هذا اللغز .

قد توجد يوماً ما علامة على الجانب البعيد تقول: الزم الهدوء! رواد فضاء يعملون! عندما تكون الشمس وكوكب المشتري (مصادر الموجات اللاسلكية الطبيعية) خارج نطاق الرؤية، يكون الجانب البعيد للقمر أهدأ ما يكون . فى هذا المكان فائق الهدوء والصمت يمكن للتلسكوب اللاسلكى التقاط الأصوات الخافتة القادمة من المجرات البعيدة . تعتبر هذه المعلومات مفتاح فهم طبيعة الكون .

ليس للقمر نجم شمالي . فالقطب الشمالى يشير فى نصف الطريق بين النجم القطبى - وهو نجم الأرض الشمالى - وألمع نجم فى كوكبة التنين . النجوم المرئية من سطح القمر تصنع دوائر حول القطب الشمالى للقمر كل 27,3 يوم . إنها تبدو كما لو كانت دوامة خيل بطيئة . والدوران البطيء للقمر يمنح التلسكوب الموجود على سطحه رؤية ثابتة للأشياء غير الواضحة خلال أسبوعى الظلام . ومن المستحيل تنفيذ ذلك من الأرض سريعة الدوران أو من خلال الدوران مع مدار الأرض . قد تتيح هذه المشاهدة الثابتة للفلكيين رؤية كواكب شبيهة بالأرض حول نجوم أخرى وكذلك المذنبات المتجهة نحو الأرض .

ومن الممكن أن يقوم علماء الفيزياء بالإقامة فى الجانب الهادئ لدراسة أدق أجزاء الذرة ، فهذه المهمة ستكون أسهل فى ظل عدم وجود هواء أو مجال مغناطيسى . ويمكن لعملهم أن يكشف سر الجاذبية ويفتح الباب لآفاق أخرى ، كما يمكن أن يؤدى إلى تطوير

حيث لا توجد أرض لامعة لحجب الرؤية ولا ازعاج لاسلكى للتداخل، فسوف يمثل الجانب البعيد للقمر المكان الأمثل لدراسة المجرات البعيدة والكواكب غير الواضحة حول الشمس الأخرى .



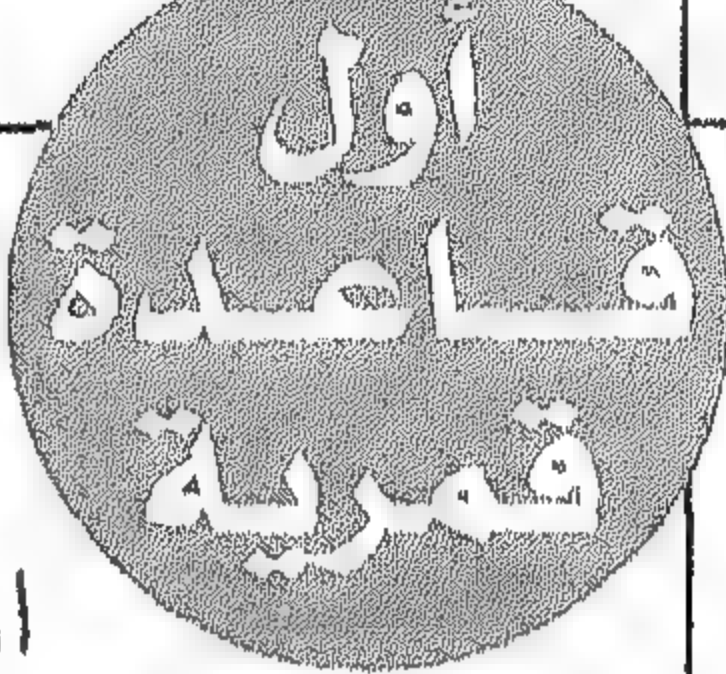


الاندماج النووي . ومع الاندماج يمكن لرواد القمر استخدام مخزون القمر من الهليوم 3 لتوفير الطاقة الكهربائية للقمر وللأرض .

وبالقرب من القطب الجنوبي للجانب البعيد من القمر يوجد كل من الماء في الفوهات المظلمة العميقة وأشعة شمس مستمرة على الجبال الشاهقة . ومن سيبدأ بمحاولة الحصول على هذه المنطقة أولاً فقد يمتلك أكثر المناطق قيمةً فوق القمر .

سيستغرق بناء قاعدة على سطح القمر العديد من الرحلات

إلى القمر . قد لا تحتوى الرحلات الأولية على بشر ، وإنما قد يقوم بالعمل آليون لتثبيت المنظومات الشمسية أو دفن المفاعلات النووية . سيقوم الآليون بتثبيت محطات الطاقة لتشغيل مصانع الأكسجين السائل لإنتاج الأكسجين . أما رحلات البضائع الأخرى فيمكن أن تهبط على متن سفينة جواله أو مركبة فضاء للذهاب والعودة .

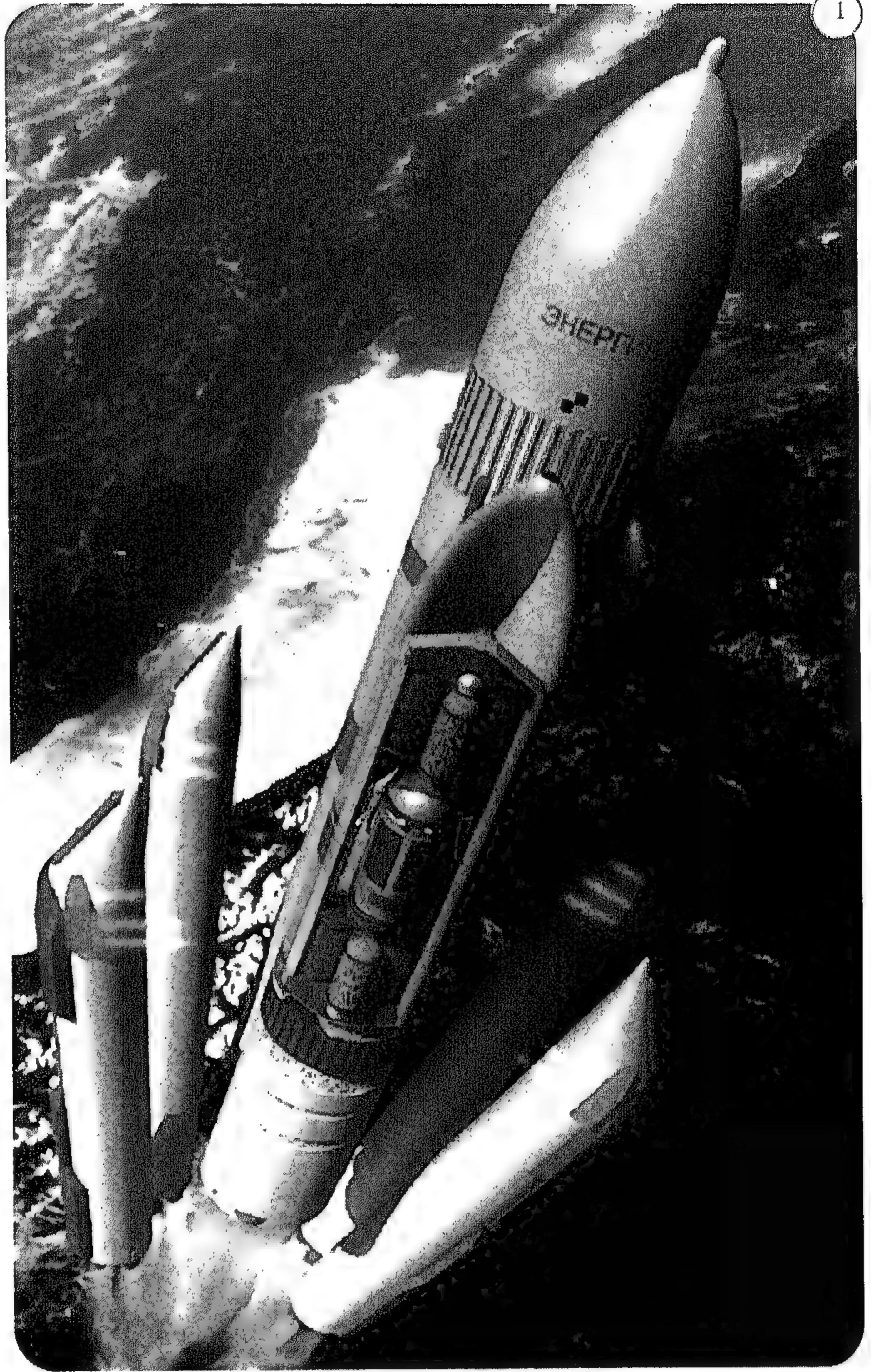


أغلب الظن أن أول طاقم سيصل تقريباً عند شروق الشمس وسيستغرق حوالي أسبوعين لإقامة موطنه . وحيث إن الموطن سيستهلك الكثير من الطاقة ، فمن الممكن إغلاق جهاز إنتاج الأكسجين السائل في خلال ذلك الوقت . وسيستخدم الطاقم الأكسجين الذي أنتجه جهاز إنتاج الأكسجين السائل بالفعل لإمداد عربة القمر الجوال ومركبة العودة بالوقود . وقد خطط مشروع خاص يسمى مشروع أرتemis لعمل فيلم بالأنشطة التي سيقوم بها الطاقم ليساعد في جمع الأموال للرحلة .

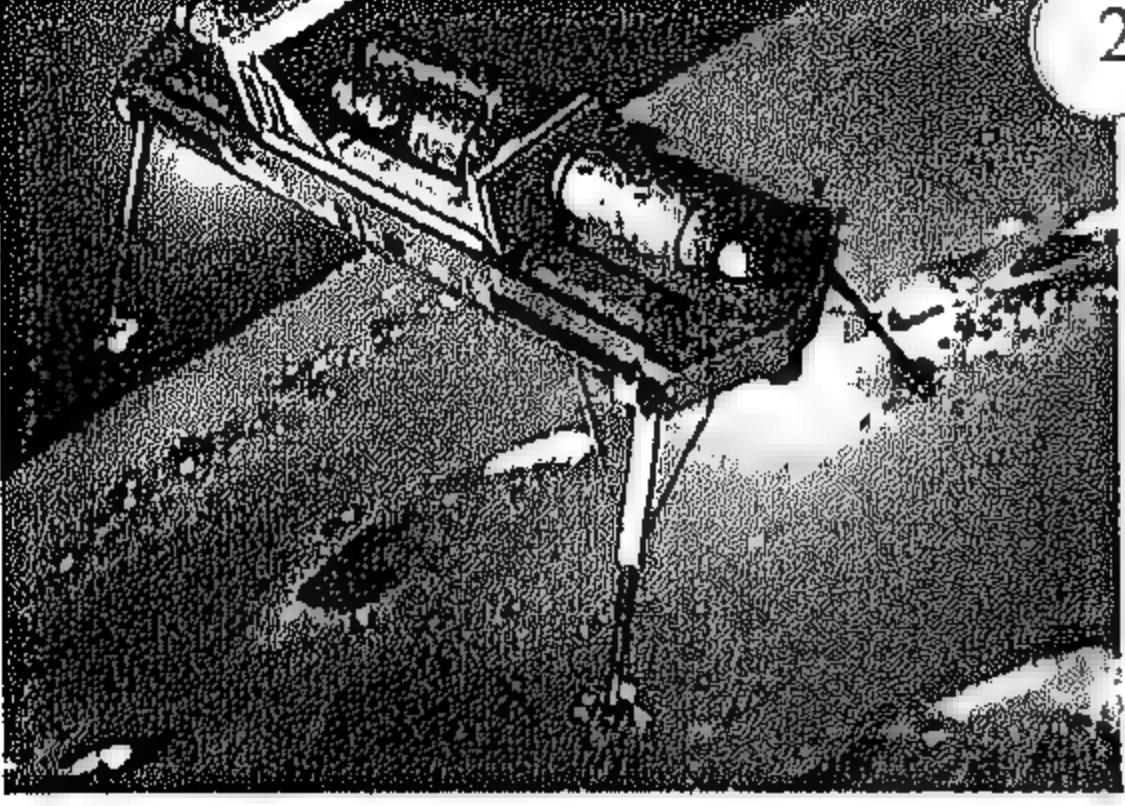
قبل أن يحل الظلام وتتوقف الطاقة (إلا إذا كان لديهم مفاعل نووي) ، سيغادر أفراد الطاقم في مركبة العودة ، وسيلتحمون مع سفينة موجودة في المدار القمري كانت توجه عن بعد من مركز القيادة في أثناء وجودهم على القمر . ستعيدهم هذه السفينة إلى محطة فضاء أو إلى الأرض .

قد تحمل رحلات البضائع فيما بعد أنظمة خلايا الوقود للإمداد بالطاقة في أثناء أيام الليل ، وصوباً زراعية ومعدات حفر . وتدرجياً ستتمو القاعدة وتصبح مؤهلة لدعم طاقم دائم .

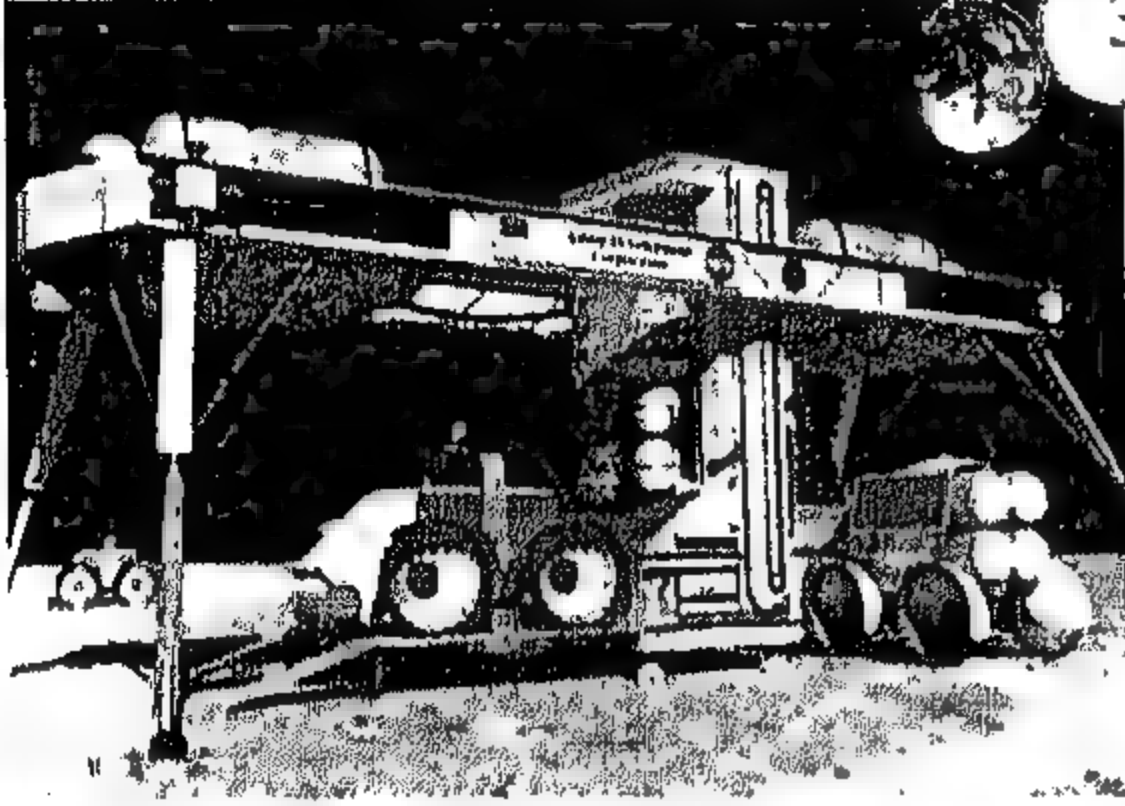




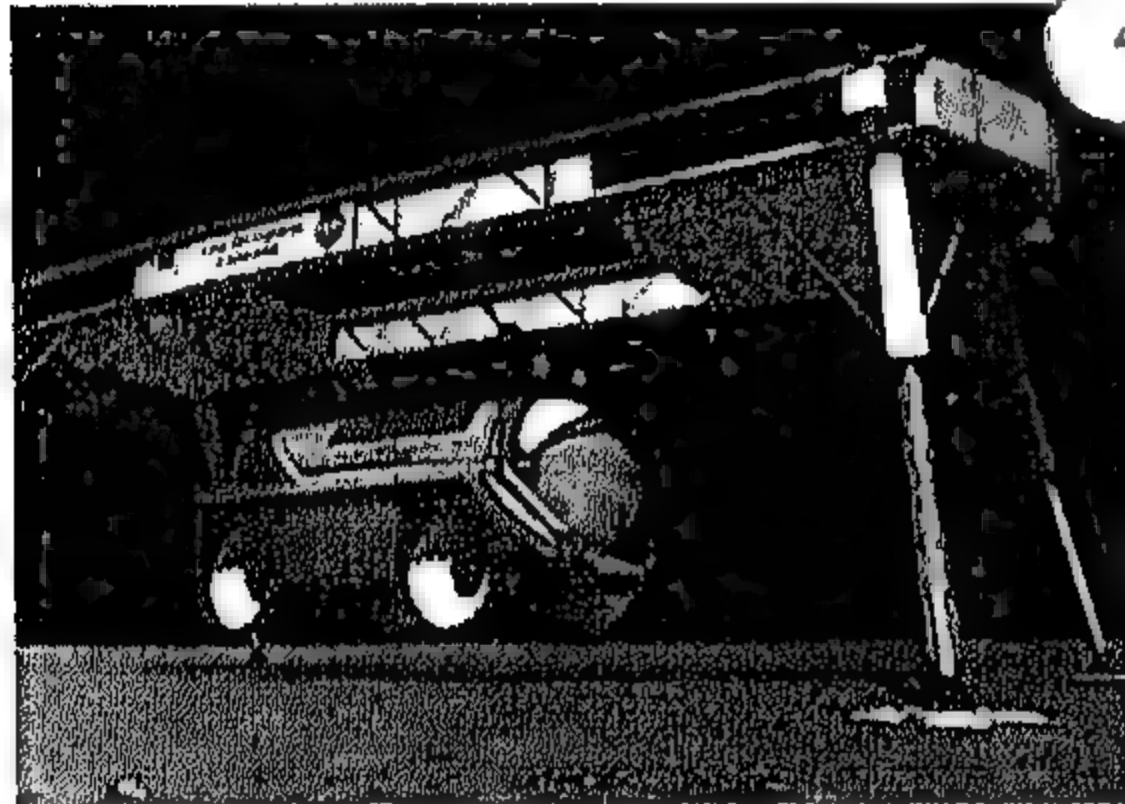
1



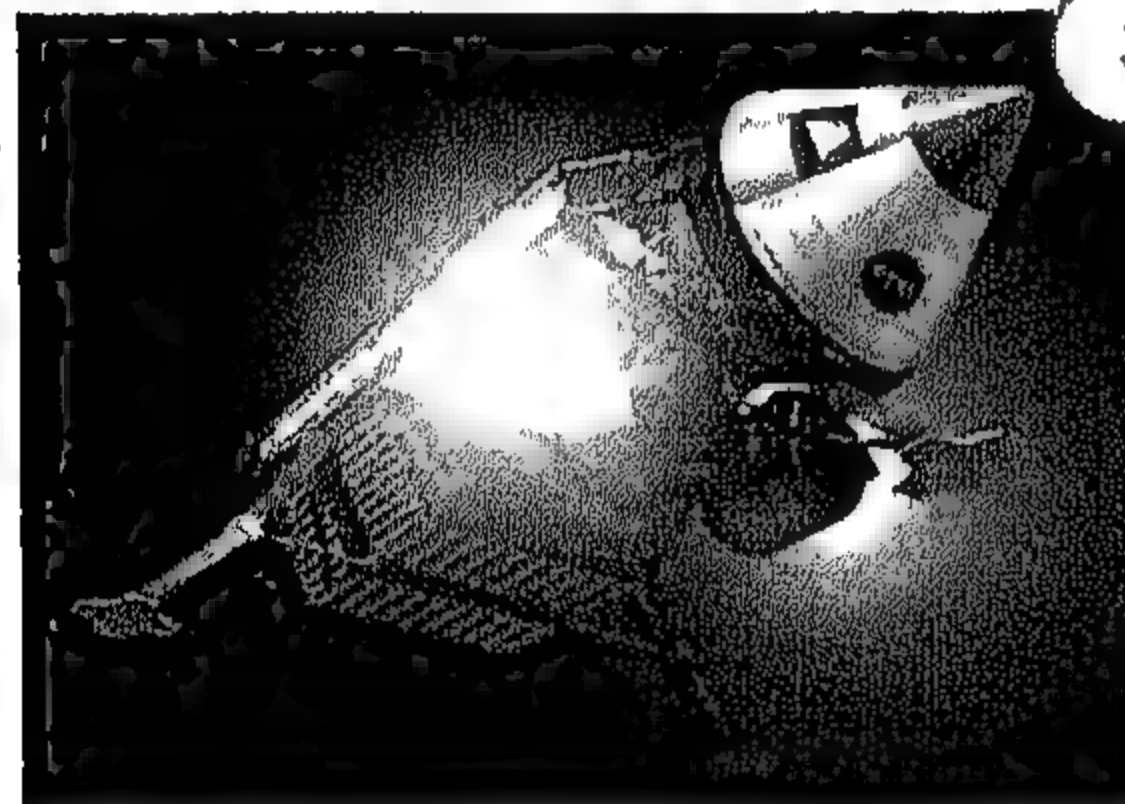
2



3



4



5



6

1. قد يبدأ تجميع أول قاعدة قمرية برحلة بضائع بدون بشر تنطلق من كازاخستان. 2. قد تكون الشحنة الرئيسية هي جهاز إنتاج الأكسجين الموضح بالصورة وهو يهبط إلى سطح القمر. 3. وبمجرد الهبوط على سطح القمر سيقوم الآليون الموجهون عن بعد من الأرض بجمع الصخور لاستخدامها في إنتاج الأكسجين. 4. تقوم شحنة أخرى بحمل عربة قمرية جواله مضغوطة إلى السطح. 5. تحتوى الرحلة التالية على بشر حيث تحمل طاقم الرواد إلى القمر. 6. يقوم الطاقم بإقامة القاعدة الأولية باستخدام عربات القمر مزودة بوقود الأكسجين القمري.



## نشاط

### قياس القمر

المعدات: قطعة كرتون بمقاس 7x5 بوصة - 11 قدم (3.4م) من الخيط - مقص - قلم رصاص - قلم تحديد - فرجار - معدات اختيارية: عدد 2 خلة أسنان - قطعان من المطاط أو من الصلصال - شريط - مصباح يدوي.

**الإرشادات (يستخدم هذا النموذج مقياس كل بوصة = 2000 ميل) (كل 2.5 سم = 3218 كم).**

1. استخدم الفرجار والقلم الرصاص لرسم دائرة «الأرض» بقطر 4 بوصات ودائرة «القمر» بقطر بوصة واحدة على ورقة الكرتون.

2. قص الدائرتين. ارسم داخل الأرض والقمر أو ألصق صوراً بعد تنزيلها من موقع الإنترنت التالي:

<http://www.mariannedyson.com/spaceactivites.html>

واستخدم إبرة الفرجار أو القلم الرصاص لصنع ثقب في مركز كلا الدائرتين.

3. اجذب الخيط من خلال ثقب الأرض واعقده من جانب واحد.

4. قس 9 أقدام و5 بوصات (113 بوصة) (287 سم) من الخيط. حدد في هذا الموضع مكان الحضيض القمري<sup>(\*)</sup> بنقطة. واعقد الخيط فوق هذه النقطة.

5. اجذب الخيط من خلال ثقب القمر إلى أعلى حتى تصل إلى عقدة الحضيض القمري<sup>(\*)</sup>.

6. قس 13 بوصة على الخيط بدءاً من عقدة الحضيض القمري<sup>(\*)</sup> (126 بوصة من الأرض). حدد في هذا الموضع مكان

الأوج القمري<sup>(\*)</sup> بنقطة. واعقد الخيط فوق هذه النقطة. ما هو متوسط المسافة إلى القمر؟

7. لف الخيط حول الأرض حتى تلتقي عقدة الأوج القمري بالأرض. ما مقدار بعد القمر عن الأرض بالمقارنة بقطر

الأرض؟ (كل لفة حول الأرض تمثل ضعف القطر).

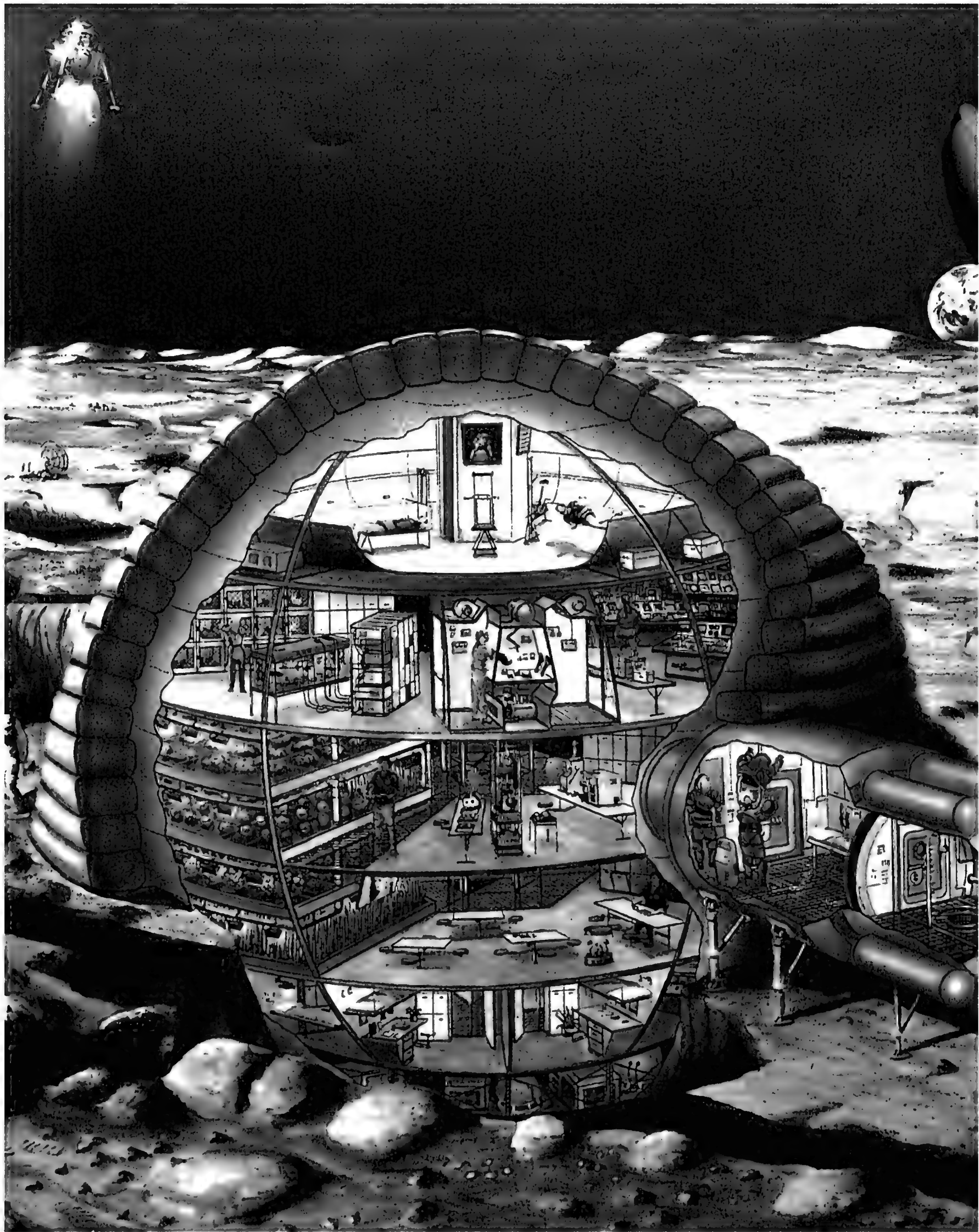


نشاط اختياري: لدراسة الخسوف، ارفع الأقراص في وضع رأسي عن طريق إدخال عود خلة الأسنان في أحد جانبي القمر وإدخال الجانب الآخر من العود في قطعة الصلصال أو المطاط. انصب النموذج على الأرض في صالة مظلمة. ضع المصباح اليدوي «الشمس» على بعد ثلاث ياردات من النموذج. هل ظلال القمر كبيرة بما يكفي لإضاءة الظل على الأرض بأكملها خلال خسوف الشمس؟ كم طول المسافة التي تحتاج أن ترفع القمر إليها لتجيب ظل الأرض؟ (سيكون المصباح ذو الحيز الضوئي الواسع أفضل في صنع الظلال).

(\*) يكون القمر أكثر لمعاً عند نقطة الحضيض القمري (أقرب نقطة للأرض) بنسبة 30 بالمائة أكثر من نقطة الأوج القمري

(أبعد نقطة عن الأرض). لمزيد من التفاصيل انظر موقع: [http://www.fourmilab.com/earthview/moon\\_ap\\_per.html](http://www.fourmilab.com/earthview/moon_ap_per.html)







لن تكون المدن القمرية فوق القمر ، ولكنها ستكون داخل القمر - تحت السطح أو في كهوف صناعية. وذلك لثلاثة أسباب: السبب الأول - عدم وجود الهواء، فلن يستطيع البشر الحياة بالخارج؛ ولذلك فإن تغطية المركبات بالريجوليث القمري أمر ذو جدوى للتقليل من فقد الهواء، وربما يكون حفر غرفة جديدة داخل إحدى الفجوات أقل في التكلفة من إضافة المعادن الصناعية والمركبات البلاستيكية.

السبب الثاني - هو درجة الحرارة. فمتوسط درجة الحرارة في أثناء أيام النهار 225 درجة فهرنهايت (107°م) ومتوسطها في أيام الليل -243 (-153°م) فهرنهايت، وعند القطبين تقل درجة الحرارة في أيام الليل عن ذلك بأكثر من مائة درجة. الانتقال من الحرارة إلى البرودة ثم العودة إلى الحرارة من شأنه إفساد المحركات والصمامات. وتشير تقارير أبوللو أن درجة الحرارة تحت السطح ببضعة أقدام تستقر حول صفر فهرنهايت (-18°م). وهي درجة حرارة أدفأ من بعض الأماكن على الأرض. سبب ثالث مهم للحياة داخل القمر، هو تجنب الإشعاعات الضارة، والإشعاعات الضارة تأتي في صورة أشعة إكس وبروتونات آتية من الشمس وأشعة كونية (جزيئات سريعة الحركة) آتية من نجوم أخرى.

أصيب طاقم رواد أبوللو 14 بالإشعاعات أكثر من أي طاقم آخر. وكان إجمالي الكم الإشعاعي خلال رحلتهم ذات الأيام الستة حوالي 1 ريم (وحدة لقياس كمية الإشعاع في الإنسان)، والريم الواحد يساوي نحو 10 من أشعة إكس أو الكمية التي يتعرض لها طيار في عام؛ لأن الغلاف الجوي الذي يمنع الإشعاع يكون أقل في الارتفاعات الشاهقة. وبالرغم من ذلك فإن خمسة بالمائة فقط من الكمية التي تعرضت لها أبوللو 14 كانت فوق القمر. ومعظم الكمية كانت عند مغادرة الطاقم للمدار الأرضي، فقد مروا خلال أسمك

قد تتكون المدينة القمرية الأولى من كرة ضخمة قابلة للنفخ مثبتة داخل إحدى الفوهات ومغطاة بكتل من الريجوليث القمري للحماية من الإشعاع. ورؤية الفنان في الصورة الموضحة تبين زراعة العديد من النباتات للحفاظ على تجدد الهواء ولتوفير الطعام والجمال. وتظهر الأرض عند الأفق، لذا فلابد أن هذه المدينة القمرية تقع بالقرب من إحدى قطبي القمر.

## الفصل الخامس

# الحياة داخل القمر







جزء من أحزمة فان ألين الإشعاعية. وهذه الأحزمة عبارة عن جزيئات مشحونة يحتجزها مجال الأرض المغناطيسي.

يتلقى سطح القمر من 70 إلى 130 ريماً في السنة. قد تبدو هذه الكمية كبيرة ولكنها ليست على قدر عالٍ من الخطورة. فالإشعاع -مثل تلوث الهواء تماماً- مضرٌ لك ولكنه لن يقتلك إلا إذا تلقيت جرعةً كبيرةً مفاجئةً. لقد رأى رواد أبولو جزيئات الإشعاع كبقع سوداء في عيونهم، كما وجدوا بعض الحروق الصغيرة على جلودهم، وقد تم شفاء تلك الآثار سريعاً.

وبالرغم من ذلك فقد يكون للإشعاع آثار خفية، فقد يشق الجزيء طريقه خلال شريط الحامض النووي داخل جسم الإنسان. وقد لا تظهر آثاره إلا بعد ذلك بسنوات في صورة إعتام في عدسة العين أو طفرات أو سرطان. ولذا فإن الرواد يهبطون إلى الأرض بمجرد وصول إجمالي جرعتهم إلى 400 ريم. فالأطباء يقولون: إن الشخص الذي يتعرض لـ 400 ريم من الإشعاع يكون أكثر عرضة للإصابة بالسرطان في أثناء حياته بنسبة 3% عن الشخص الذي لم يتعرض للإشعاع. والأمر يستغرق 4 سنوات لكي يتعرض الإنسان لتلك الكمية فوق سطح القمر. وباستخدام درع من الريحوليث بسمك 20 بوصة تنخفض تلك الكمية إلى 20 ريماً في السنة. وبالتالي فهذه الدرع تزيد من فترة البقاء على سطح القمر إلى 20 سنة. وباستخدام المزيج من الدروع الأكثر سمكاً مع الرعاية الصحية الخاصة سيتمكن البشر من البقاء فوق القمر كما يشاءون. وذلك إذا ما تمكنوا من الاختفاء من الانفجارات!

الشواظ الشمسي ينتج إشعاعات قاتلة. فقد ينتج عنه انفجارات في بضعة أيام كميات من الإشعاع لا تتكون إلا في عام. 100 ريم من إشعاع الانفجار يتسبب في الإصابة بالقيء وفقدان الشعر، ونصف البشر الذين يتعرضون لكمية 300 ريم من الإشعاع المفاجئ يموتون. ولا يمكن لأي إنسان أن يعيش بعد التعرض لكمية 1000 ريم. وتحدث الانفجارات الخطيرة في المتوسط كل 11 سنة. ويمكن لأدوات الكشف عن أشعة إكس تحذير البشر للبحث عن مخابأ تحت السطح.

الصورة العلوية: كل 11 عاماً تقريباً يضرب القمر انفجار شمسي فينتج كمية عام من الإشعاع في يوم. تتعقب الوكالة الوطنية للمحيطات والمناخ (NOAA) هذه الحوادث وتصدر إنذارات. يمكن للإشعاع أن يصل إليك في الشمس أو الظل. تعمل المياه والريحوليث القمري على منع الإشعاع. إلى اليسار: يقوم فنان بتوضيح كيف أن البشر يمكنهم تركيب أجنحة والطيران داخل الساحات المقبية على القمر بسبب الجاذبية الضعيفة. ولن يمكنهم الطيران خارجها بسبب عدم وجود هواء.

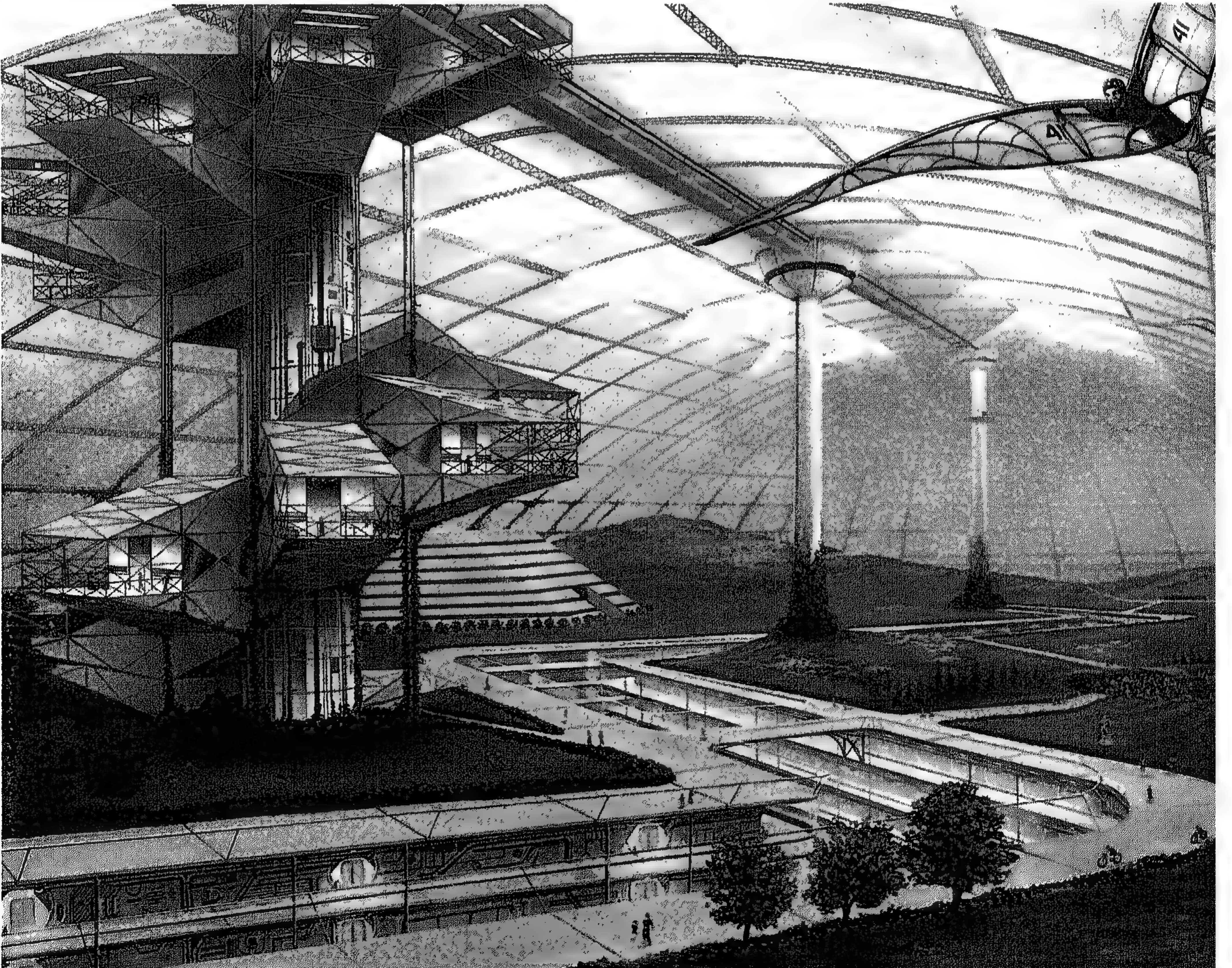


## مرح الجاذبية الضعيفة

هل تحب أن تقفز أعلى من رأس صديقك؟ أو تتركب أجنحةً وتطير عبر صالة الألعاب الرياضية؟ هذه الأمور ممكنة مع الجاذبية الضعيفة للقمر.

جاذبية القمر أضعف من جاذبية الأرض. أحد أسباب هذا أن القمر أصغر من الشمس. فحجم القمر يبلغ ربع حجم الأرض تقريباً، إلا أن جاذبيته تبلغ سدس جاذبية الأرض؛ وذلك لأن الباطن الحديدي للقمر صغير.

إذا كان وزنك 100 رطل (45,3 كجم) على الأرض، فسيكون وزنك 17 رطلاً (7,7 كجم) على القمر، وبالتالي يمكنك الوثب أعلى ست مرات. لن يمكنك الطيران في الخارج؛ لأنه لا يوجد أي هواء يرفع الأجنحة، ولكن داخل كهف هوائي تحت الأرض سيحملك خفقان الأجنحة من فوق الأرض بسهولة.





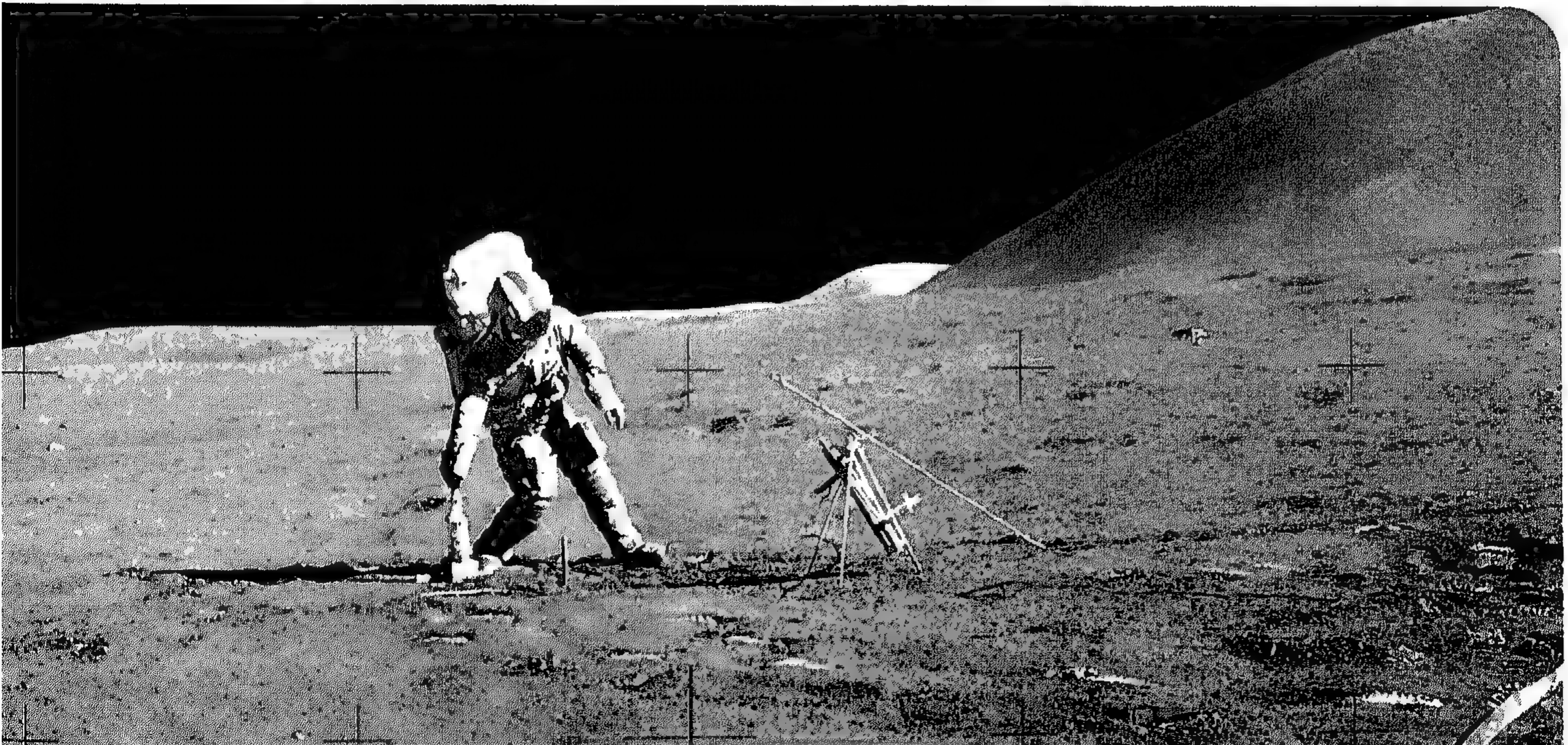
قال نيل أرمسترونج، أول رجل صعد إلى القمر: «لقد شعرنا براحة شديدة مع الجاذبية القمرية، فقد كانت في الحقيقة من وجهة نظرنا أفضل من انعدام الوزن التام ومن الجاذبية الأرضية».

إنك لا تمشي مع وجود الجاذبية الضعيفة وإنما تتقاذف. قال أرمسترونج: «أفضل ما يمكن أن أصف به التفاضل على القمر أنه يمكنك رفع كلتا قدميك من فوق الأرض في آن واحد وهو ما لا يمكنك تحقيقه على الأرض حيث تكون إحدى قدميك على الأرض دائماً».

ودائماً ما يتم تحذير السائرين على القمر من القفز السريع، كما وضع باز ألدرين بعد العودة من أبولو 11 «لأن التضاريس تختلف إلى حد بعيد... فدايماً ما ينبغي أن تتيقظ لما هو آت. على الأرض تهتم بما ستقابل على مدى خطوة أو خطوتين أما على القمر فينبغي أن تراقب ما سيأتي بعد أربع أو خمس خطوات».

التوقف أيضاً يحتاج إلى تخطيط. يقول آلان بين رائد أبولو 12: «عندما تكون في حالة حركة فوق القمر لا يمكنك أن تتوقف هكذا، فالأمر يشبه عندما تنزل من فوق تل على الأرض، عادةً ما تكون هناك صعوبة في التوقف». لذا فإذا لم تبطئ من حركتك أولاً فربما تنزلق عن المكان الذي تبغى التوقف فيه».

ولحسن الحظ يكون السقوط خفيفاً من الجاذبية الضعيفة. على الأرض من الممكن أن يكون السقوط من ارتفاع 18 قدماً (5,5م) مميتاً، وأما على القمر فسيكون كالسقوط من ارتفاع ثلاثة أقدام (90سم). سيستغرق السقوط 2,6 ثانية وستكون شدته 9 أميال في الساعة (14,4 كم في الساعة) فقط.





كما أن ضغط الجاذبية القمرية الضعيفة على الأورام والجروح يكون منخفضاً. ربما يذهب البشر يوماً ما إلى القمر للعلاج والحياة بدون ألم.



لم يتمكن طاقم رواد أبوللو من قيادة عربة القمر الجوال لأكثر من بضعة أميال من القاعدة. فإذا ما كسر أحدهم كان سيتعين عليهم العودة قبل أن تنفذ الطاقة داخل حلهم الفضائية. سيحل هذه المشكلة البيت القمري المتنقل. فربما تستخدم هذه العربات القمرية خلايا وقود قابل لإعادة الشحن للحصول على الطاقة.

وحيث إنه لا توجد طرق ينبغي أن يختار القائد الطريق بعناية. قال إد ميتشل بعد رحلة أبوللو 14: «أحياناً ترى فوهة كبيرة الحجم منخفضة أمامك مباشرة فتكاد تصاب بالاكئاب. (وبعد ذلك) تنظر إليها من زاوية مختلفة، فتجد أنها قد ذهبت». يطلق الرواد على ذلك «مرحلة الصفر» - عندما كانت الشمس خلفهم مباشرة. يقول ميتشل: «تختفى الأشياء من أمامك، ولا يمكنك رؤيتها. إن ذلك يشبه عمى الجليد إلى حد ما». الظلال تكون قصيرة وقت الظهيرة، ويحتاج قائدو الطوافات الجوال أن يهدئوا من سرعتهم لكيلا يسقطوا من فوق جرف».

كما يمكن أن يكون الغبار القمري الناعم زلقاً. وقد جاء في تقرير جون يانج في أثناء رحلة أبوللو 16: «إن الأمر يشبه القيادة فوق الجليد. ذات مرة ارتفعت عجلتان من فوق الأرض وانحرفتا إلى الجانب».

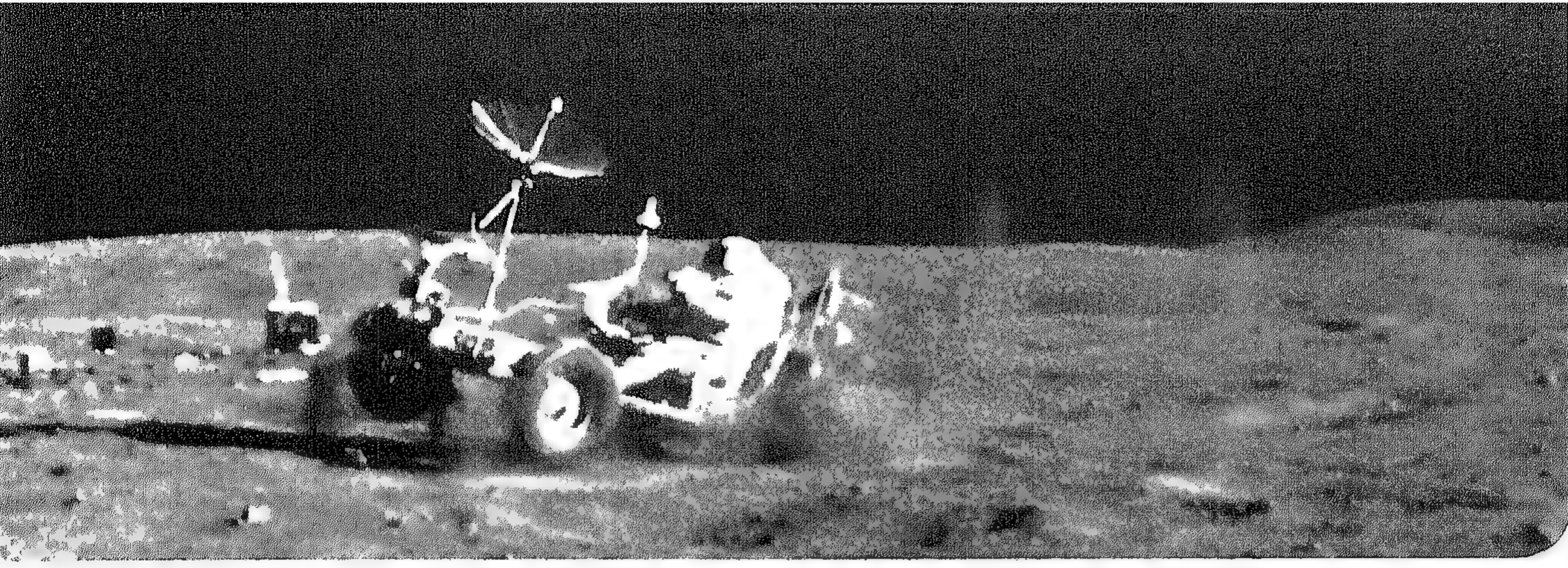
قام جين كيرنان وهاريسون شميث بتثبيت سرعة عربة القمر الجوال عند نزول التل في أثناء رحلة أبوللو 17. يقول كيرنان: إن هذا قد جعل كليهما أسرع قائدي سيارات في العالم. فإذا ما أضيفت سرعة 11 ميلاً في الساعة (7, 17 كم في الساعة) إلى سرعة القمر حول الأرض يكون الإجمالي 2290 ميلاً في الساعة (6, 3684 كم في الساعة)!

سيكون لدى المستكشفين الأوائل بعض المرح في البحث عن أفضل الطرق وإنشاء الشوارع بين القواعد القمرية.

---

لم تكن حلل أبوللو الفضائية تنثنى عند الوسط كحلل الفضاء الحديثة. فكان الرواد يشنون سيقانهم وينزلون لأسفل لالتقاط أى شيء. وكانت القفزات لا تنثنى بشكل جيد أيضاً. وكانت أصابع الرواد المضغوطة تتورم للخارج وبعد يوم من مقاومة الضغط كانت أصابع الرواد تبدو ممتلئة بالدم المحتبس وأظافرهم سوداء من الكدمات.





آخر ما  
وصل إليه العلم  
من طعام

ستكون الحياة داخل مركبة قمرية كالحياة داخل غواصة بحرية. فإلى أن يتم حفر الكهوف الصناعية، لن يكون هناك مكان كبير. ستكون حجرات النوم في حجم الخزانات الصغيرة، وربما تكون السرر على صورة أراجيح شبكية من الحبال. وفي ظل الجاذبية الضعيفة لن يكون لهذه الأشياء وزن كبير.

هل أنت مستعدٌ لشرب بول معاد تدويره؟ ربما يبدو الأمر فظاً، ولكن إعادة تدوير الماء أمر مهمٌ على سطح قمر جاف. لقد تم ابتكار نظام لإزالة الجراثيم والمخلفات من البول وتحويله إلى ماء نقي. وقد أقسم المتطوعون أن طعمه كان حسناً.

54

ستقلل مركبة الصوبة الزراعية أيضاً من احتياجات القاعدة للإمدادات. فالنباتات تمتص ثاني أكسيد الكربون وتخرج الأكسجين. في إحدى اختبارات الوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا)، تم وضع رجل في غرفة لمدة 30 يوماً مع 30,000 نبتة قمح. ولقد أمدته هذه النباتات بما يحتاج إليه من الأكسجين.

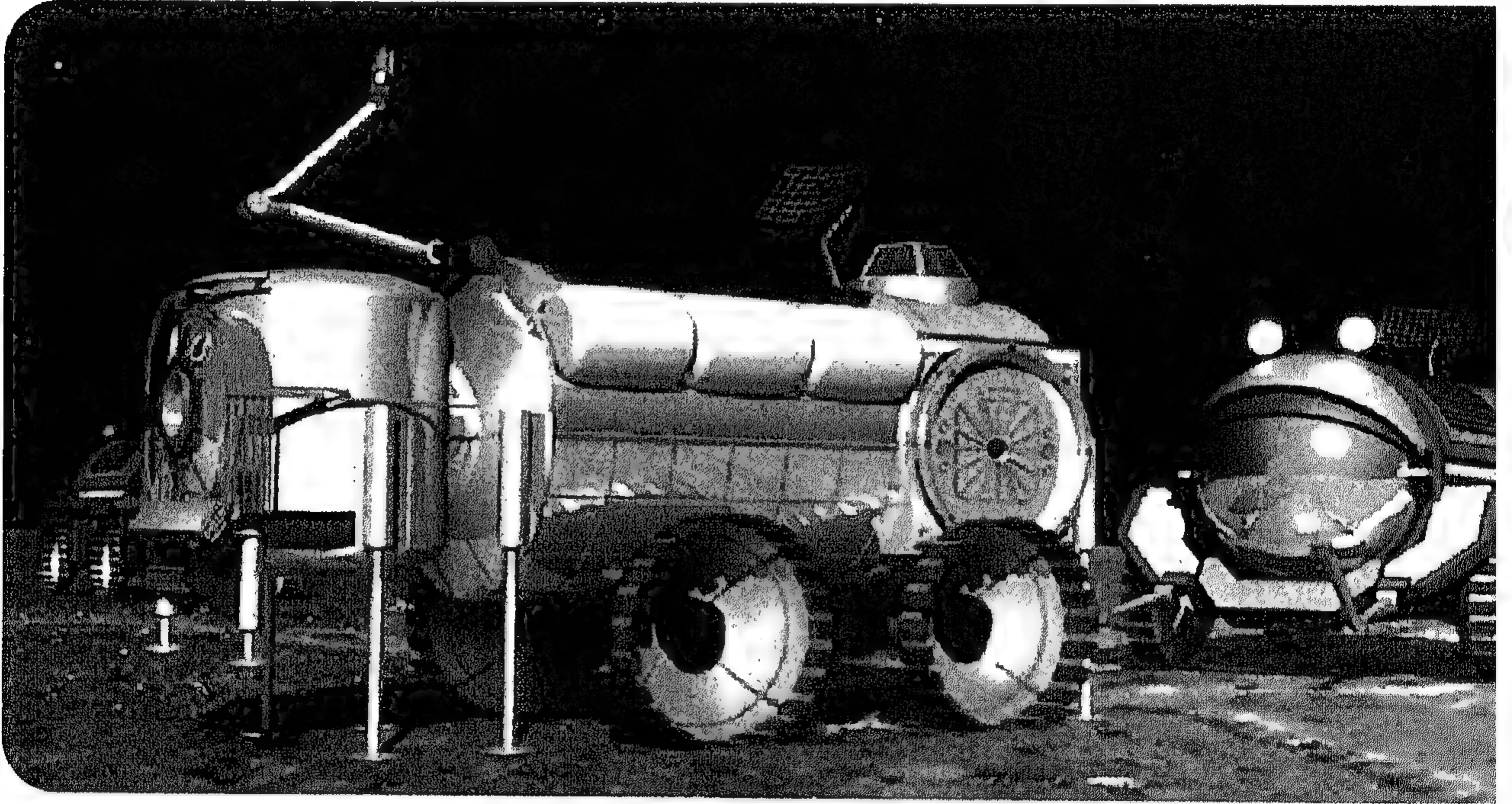
هل لك في فطيرة بطاطس؟ ستكون البطاطس من أهم المحاصيل التي تزرع على القمر. فنحو 80 بالمائة من النبات يمكن أكله. تبين دراسات الوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا) أن البطاطس يمكنها إمداد رائد الفضاء بأكثر من نصف احتياجاته من الطعام، كما أنه لا يحتاج إلى تربة ويمكنه النمو في الماء المعدني.

وسيكون القمح أيضاً من المحاصيل القمرية الأولية. فالقمح المهجن للزراعة في الفضاء قصير وسريع النمو، ولا يحتاج إلى مكان كبير أو موارد. وفي حين تحتاج البطاطس إلى بعض الظلام. يمكن للقمح أن ينمو في النور الدائم. وهو ما يمثل أفضل استغلال لأسبوعَي النهار على القمر. (وسيتم استخدام ضوء صناعي خلال أيام الليل).



ومع نمو القاعدة القمرية يمكن إضافة النحل إلى الحدائق لتلقيح المحاصيل وإنتاج العسل . ويمكن للسماك أن يساعد في تنظيف الماء والإمداد بالطعام . ويمكن تربية الدواجن لإنتاج البيض واللحم . ولكن لا تأمل في وجود أبقار تتقاذف فوق القمر ، فهي تحتاج إلى العديد من الموارد .

سيبقى القمر دائماً مختلفاً عن الأرض . فستظل الجاذبية أضعف والإشعاع أكبر والسماء حالكة السواد ودرجات الحرارة مفرطة . هذه الأشياء تعتبر موارد تماماً كالأكسجين والهليوم . وستكون مهمة ومتعة الرواد الأوائل كيفية إيجاد وسائل فعالة لاستغلالها . سيكونون العادات والأعياد ويبتكرون الرياضات وينشئون المدن والقرى . ويوماً ما ربما تحكي كتب التاريخ قصة رواد القمر الأوائل وكيف أمكنهم إقامة أول بيت على القمر .



على اليمين: جون يانج يقود العربة القمرية التابعة للمركبة أبولو 16 لإجراء اختبار قيادة على سطح القمر. يسقط الغبار الذي تثيره العجلات ببطء بسبب ضعف الجاذبية. يقول هاريسون شميت عن العربة: «هي مزيج من عربة جولف وسيارة رمال». وباستطاعتها الارتقاء فوق مسطحات تبلغ درجة ميلها 25 درجة. عندما تصطدم بمطبخ في جاذبية لا تتعدى سدس الجاذبية الأرضية... فستقضى الأمتار العشرة (33 قدماً) التالية مرتفعاً عن الأرض. علماً بأن سطح القمر يعج بالحفر والمطبات». لقد كانت العربات الأربع التي تركت على سطح القمر غير صالحة للاستعمال أكثر من ذلك. فقد نضبت طاقة بطارياتها منذ وقت طويل. لأعلى: العربات المضغوطة التي تستخدم خلايا الوقود يمكن استخدامها كمعسكرات قديمة مؤقتة. في هذه الصورة تقف عربة في غرفة معادلة الضغط (وهي ما قد يؤدي إلى قاعدة مستقبلية تحت الأرض) في حين تنتظرها العربة الأخرى. ستحتوي العربات على كشافات إضاءة كبيرة للرؤية في الظلال المظلمة. وستعمل الأغشية الذهبية على النوافذ على حجب الإشعاع. وستشير الهوائيات نحو الكرة الأرضية.



المعدات: صناديق حبوب، بكرة مناشف ورقية، عدد 2 ماصة قابلة للشد، ورق الألمنيوم بمقاس  $12 \times 5$  بوصة ( $30.5 \times 12.7$  سم)، ورق بمقاس  $11 \times 8.5$  بوصة ( $27.9 \times 21.6$  سم) قلم تحديد، رباط حذاء أو خيط مقص، مسطرة، شريط لاصق، مثقاب.

## نشاط

### استكشافات عربية الجوال القمري

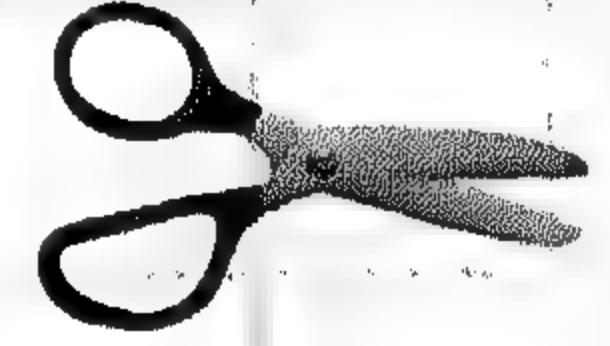
#### الجزء الأول: العجل العريض يمنح قيادة مستقرة



1. اقطع خمسة شرائط من صندوق الحبوب بمقاس  $8 \times 2$  بوصة ( $20.3 \times 5.1$  سم). ضع واحداً على الجانب.
2. ارسم خطاً بالطول متجهاً نحو مركز الشرائط الأربع. ارسم نقاطاً على هذا الخط بحيث تفصل بين كل نقطة وأخرى بوصة واحدة.
3. اثن بطول الخط باستخدام المسطرة للحفاظ على الاستقامة.
4. اقطع شفاطولياً باتساع 1 بوصة ( $2.5$  سم) (مستخدماً النقاط) من الحافة إلى المنتصف على جانب واحد من كل شريط.
5. لف الشريط بحيث تلتقي النهايتان وتنتنيان إلى الداخل. أمان النهايات بالشريط اللاصق. شكل العجل حتى يصبح دائري الشكل قدر الإمكان. وأصق الأطراف الخارجية.

#### الجزء الثاني: طرق القمر الطينية ستصبح متسعة بقدر طول محور عربة الجوال القمري.

1. ارسم خطاً من طرف أسطوانة ورق التواليت إلى الطرف الآخر. اصنع ثقباً على هذا الخط على بعد  $4/3$  بوصة ( $9.1$  سم) من كل طرف.
2. اثن الورقة عند المنتصف من أعلى إلى أسفل. اقطع شريطاً بعرض 1 بوصة ( $2.5$  سم) من مكان الثني إلى أسفل (بطول  $5.5$  بوصة) ( $14$  سم). اثن الشريط من المنتصف.
3. لف الورقة حول الأسطوانة بحيث يكون مركز الثني بين الثقوب. ستلتقي أطراف الورقة عند الجانب المقابل من الأسطوانة بالضبط. ضع نقطاً لتحديد المكان. حدد الثقب بالنقاط. اصنع ثقباً على بعد  $4/3$  بوصة ( $9.1$  سم) من كل جانب. هذه الثقوب تكون مقابلة للمجموعة الثانية مباشرة.
4. اقطع الجزء القابل للثني من الماصتين.
5. ادفع الماصتين داخل الثقوب في الأسطوانة. شق أطراف الماصتين نحو الشرائط الثلاثة، بحيث يبلغ طول الشق  $2/1$  بوصة ( $3.1$  سم) على الأقل. افرد النهايات للخارج كالزهرة.
6. ضع شريطاً لاصقاً على الزهور بحيث يكون الجانب اللاصق للخارج. ضع عجنتين بحيث يبدو أن كالأكواب. اضغط النهايات المغطاة بالشريط اللاصق من الماصات نحو المنتصف.
7. كرر الخطوة السادسة مع العجلتين الأخريين.



#### الجزء الثالث: خلايا الطاقة الشمسية للطوارئ. ستحتاج عربة القمر إلى قطار من الخلايا الشمسية ليعمل بدون بطاريات.

1. خذ الشريط الذي مقاسه  $8 \times 2$  بوصة ( $20.3 \times 5.1$  سم) المتبقى من الكرتون. شق أحد الأطراف من المنتصف بعمق 1 بوصة. اثن النصفين في اتجاهين متقابلين بحيث يمكنهما الوقوف.
2. اقطع شريطاً بعرض 5 بوصات ( $12.7$  سم) من ورق الألمنيوم بطول 12 بوصة ( $30.5$  سم). اثن أعلى ورق



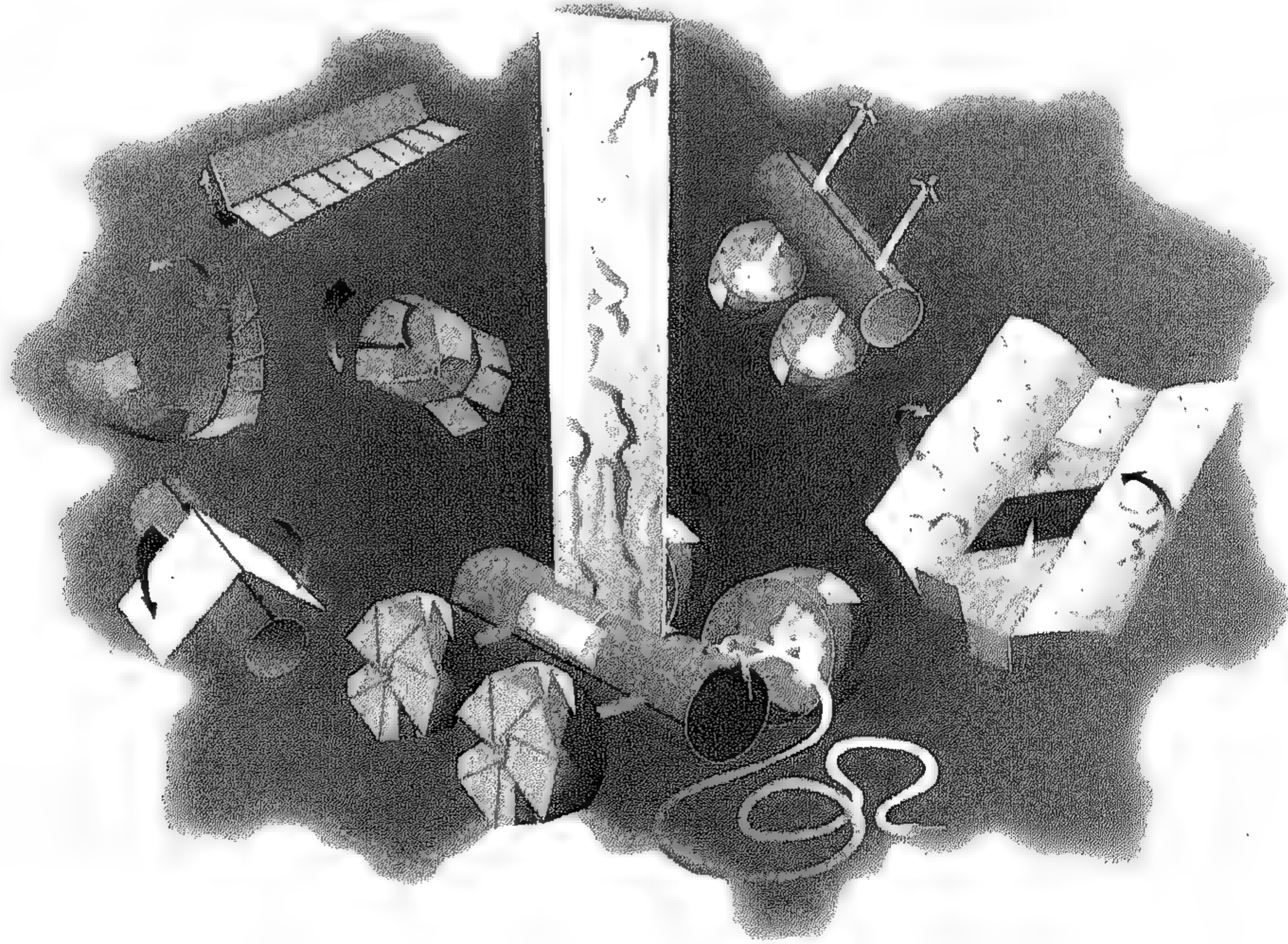
الألومنيوم إلى أسفل بمقدار نصف بوصة (3, 1سم) وألصقها في ظل الجاذبية القمرية الضعيفة. يمكن للأشياء أن تكون طويلة ورقيقة.

3. ألصق الأطراف إلى قمة جسم عربة القمر.

4. اصنع ثقباً في قمة الأسطوانة على بعد 4/3 بوصة (9, 1سم) من الطرف الأمامي. أدخل خيطاً أو رباط حذاء من خلال الثقب. خذ عربة القمر لاختبار القيادة.

### الجزء الرابع: تحكم في عربة القمر عن بعد للعثور على «ممر» داخل منطقة مجهولة

1. دع مساعداً لك يقوم بإنزال عربة القمر في حجرة. أغلق الباب. سيختار المساعد أين يكون «الطريق» خلال «الجبال» (أثاث الحجرة) ويغلق جميع الممرات الأخرى بالصخور (وسائل). مهمتك أن تقوم بمسح المنطقة والعثور على الممر المفتوح بالاعتماد على تقارير عربة القمر.
2. ابدأ من عند الباب، ودع مساعدك «يقود» عربة القمر للأمام (يحملها ويمشي بها) حتى يصطدم بإحدى «الصخور» أو «الجبال». سيخبرك مساعدك بعدد الخطوات (من الكعب إلى الأصبع) التي تحركها.
3. استخدم مسطرة لتخطيط مسار عربة القمر على الورق، بواقع نصف بوصة لكل خطوة. ارسم دوائر كعقبات. دع مساعدك يحرك عربة القمر إلى اليمين وإلى اليسار حتى يصطدم بشيء آخر.
4. كرر الخطوة رقم 3 حتى يخبرك مساعدك أن عربة القمر قد عثرت على الممر. استخدم الخريطة التي خططتها لتحديد كم خطوة ستحتاج أن تخطوها لتصل من الباب إلى الممر.
5. أغمض عينيك وافتح الباب. اتبع اتجاهاتك التي استنتجتها لتصل إلى الممر. افتح عينيك. هل وصلت.
6. بدل الأدوار مع مساعدك. هل أنت أفضل في الرصد أم القيادة.





## المصطلحات

**الأوج القمري:** النقطة التي يكون فيها القمر في أبعد موضع له عن الأرض: 252.000 ميل (405.468 كم).

**البازلت:** صخر داكن اللون غنى بالحديد والماغنيسيوم يتكون بتجمد الحمم، يوجد البازلت القمري في الماريا.

**بريشة:** صخور مكونة من شظايا صخور أخرى نتيجة الارتطامات.

**التفافز:** نوع من الوثب لضعف الجاذبية ويتميز بارتفاع القدمين عن الأرض في آن واحد.

**التحليل الكهربى:** استخدام التيار الكهربى لفصل مركب إلى مكوناته الكيميائية مثل فصل الماء إلى هيدروجين وأكسجين.

**تحليل الماجما الكهربى:** طريقة لإزالة الأكسجين من الصخور وتحتاج إلى صهر الصخور فى درجة حرارة مرتفعة.

**التيتانيوم:** معدن يستخدم فى الطائرات ومركبات

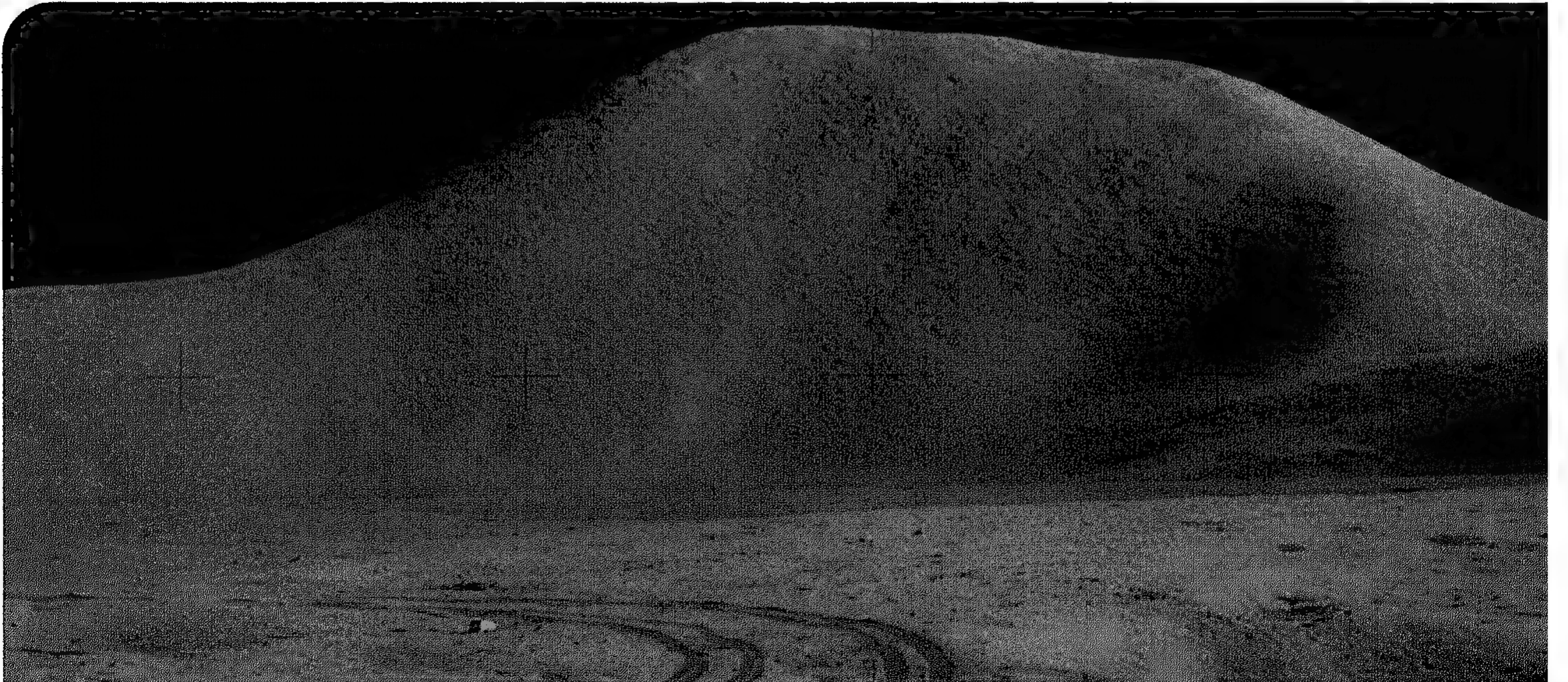
**أبوللو:** مشروع الولايات المتحدة الذى عمل رحلات إلى القمر بين عام 1968 وعام 1972 ، وأبوللو هو اسم أحد آلهة الإغريق.

**أحزمة فان إلين الإشعاعية:** منطقتان حول الأرض حيث تحتجز الجزيئات المشحونة كهربياً داخل المجال المغناطيسى للأرض. تلقى رواد أبوللو 14، 95 بالمائة من كمية الإشعاع التى أصابتهم فى أثناء مرورهم بهذه الأحزمة.

**الأشعة الكونية:** جزيئات سريعة الحركة من الإشعاع من خارج المجموعة الشمسية، يمنع الماء والريوليث هذه الأشعة.

**الإمبريوم:** اسم بحر قمري كبير على الجانب القريب.

**الاندماج:** اتصال ذرتين أو أكثر فى درجة حرارة مرتفعة لتكوين ذرات من عناصر أثقل. من الممكن أن يستخدم الاندماج «الهليوم 3» القمري.





الفضاء؛ لأنه يبقى على صلابته فى درجات الحرارة الفائقة.

**الجانب البعيد:** جانب القمر الذى لا يواجه الأرض فى كل الأوقات، وهو ليس مظلماً فهو يتلقى من كمية ضوء الشمس كالتى يتلقاها الجانب القريب.

**الجانب القريب:** جانب القمر الذى يواجه الأرض دائماً.

**الحضيض القمري:** النقطة التى يكون فيها القمر فى أقرب موضع له من الأرض: 226,000 ميل (363,634 كم).

**خفض الهيدروجين:** طريقة لإزالة الأكسجين من الصخور القمرية باستخدام غاز الهيدروجين.

**خلايا الوقود:** بطاريات قابلة لإعادة الشحن وتجمع بين الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الكهرباء والماء، ويمكن أن تستخدم كمصدر طاقة للعربات القمرية المتجولة ولتخزين الطاقة الشمسية لاستخدامها فى أثناء أيام الليل.

**ريجوليث:** صخور غير متماسكة وقطع معدنية تنتج عن الارتطامات، سطح القمر مغطى بالريجوليث.

**الريم:** وحدة قياس الإشعاع. 1 ريم يساوى الإشعاع الصادر من 10 خزانات أشعة إكس.

**ساتورن 5:** صاروخ يُستخدم بواسطة مشروع أبوللو لإطلاق الرواد إلى القمر.

**سويوز:** صاروخ روسى ومركبة فضائية تأخذ الناس من وإلى محطة الفضاء الدولية.

**مير:** (مفرد، والجمع ماريا) الكلمة اللاتينية لكلمة بحر. تتكون الماريا عندما تفيض الحمم الداكنة فى الفجوات العميقة.

**طول الليل:** وقت الليل على سطح القمر، ويستغرق أسبوعين.

**طول النهار:** وقت النهار على سطح القمر، ويستغرق أسبوعين.

**العربة القمرية:** عربة ذات عجلات تُستخدم لاستكشاف مكان جديد كالقمر.

**الكوكب الأولي:** جسم فى طريقه ليصبح كوكباً.

**كريب:** اختصار لرموز عناصر البوتاسيوم K والعناصر النادرة Rare والفوسفات P. تحتوى المنطقة التى هبطت فيها أبوللو 14 على أكبر كمية من الكريب.

يبلغ ارتفاع جبل هادلى 15,000 ميل فوق مستوى بحار الماريا القمرية، وأطول من قمة جبال روكى بالولايات المتحدة. يتذكر رائد الفضاء ديف سكوت قائلاً: الشيء المدهش بالنسبة لى أنه لا توجد قمم حادة، الجبال القمرية مستديرة جداً، لكنها ضخمة، تبدو الجبال البعيدة أعلى على القمر وذلك لأن الأفق أقرب منه على الأرض. من على ارتفاع ستة أقدام من أرضية ملساء، يبلغ بعد الأفق حوالى ثلاثة أميال على الأرض، أما على القمر فهو نصف هذه المسافة.



الإلمانييت: معدن مكون من الحديد والتيتانيوم يوجد في البازلت البحري ويمكن أن يُستخدم كمصدر للأكسجين.

لوكس: اختصار لكلمتي الأكسجين السائل وهو الذي يتم إنتاجه عن طريق تبريد غاز الأكسجين. ويُستخدم في محركات الصواريخ وخلايا الوقود ولصناعة الهواء.

المركبة القمرية: مركبة من مركبات أبولو تهبط على سطح القمر. وبعد كل مهمة يتم التخلص منها وتحطيمها على سطح القمر.

المستكشف القمري: مركبة فضائية بدون قائد من البشر ترصد القمر من المدار القمري. في يوليو 1999 اصطدمت بالقطب الجنوبي للقمر. وكانت تحمل رماد العالم الجيولوجي يوجين شوميكر.

نافذة الإطلاق: الفترة الزمنية التي يمكن فيها إطلاق المركبة الفضائية لتصل إلى هدفها باستخدام أقل كمية من الوقود، تفتح نوافذ الإطلاق القمرية كل أسبوعين.

النجم الشمالي: نجم يقع فوق القطب الشمالي، نجم الأرض الشمالي يسمى النجم القطبي، أما القمر فليس له نجم شمالي.

نظرية الارتطام الكبير: نظرية تقول: إن القمر تكون نتيجة ارتطام بالأرض في بداية نشأتها.

أنورثوسيت: صخور مكونة من الكالسيوم والألومنيوم والسيليكون والأكسجين ولونها يتراوح بين الأبيض والرمادي، وتكون القشرة الأصلية للقمر.

الهليوم 3: نوع من الهليوم يحتوى على نيترون واحد بدلاً من اثنين في النواة، وهو الوقود الأمثل للاندماج النووي.

وحدة القيادة والخدمات: مركبة من مركبات أبولو الفضائية التي تقل الرواد من الأرض إلى المدار القمري وتعيدهم إلى الأرض ثانية بعد انتهاء مهمتهم على سطح القمر.

ينابيع النار: حمم بركانية تحت ضغط عال تكون نافورة من القطرات الدقيقة على السطح، وقد تسبب ينبوع ناري في تكوين الفقائيع البرتقالية التي تم العثور عليها في أبولو 17.



إلى اليسار: صورة آخر إنسان مشى على القمر، رائد الفضاء سيرنان (رحلة أبولو 17) يحيى علم بلاده، كتب على لويحة تركها مكان هبوطه: هذه كلمتنا التي ستكون هنا حتى يأتي شخص مثلنا، حتى يأتي بعض منكم إلى هنا، الذي هو أمل المستقبل، عد إلى هنا لتقرأ هذه الجملة ثانية، ولمزيد من الاستكشاف وهو المقصود من برنامج أبولو.





## رجال القمر

اثنا عشر رائد فضاء رأوا القمر من المدار. واثنا عشر رائداً مشوا على سطحه في أثناء برنامج أبولو.

### الذين داروا حول القمر

1. فرانك بورمان أبولو 8
2. جيم نوفل أبولو 8، 13
3. بيل ألدرز أبولو 8
4. توم ستافورد أبولو 10
5. مايك كونيلى أبولو 11
6. ريتشارد جوردون أبولو 12
7. جون سويجرت أبولو 13
8. فريد هيز أبولو 13
9. ستيفارت روسا أبولو 14
10. ألفريد ووردين أبولو 15
11. كين ماتيلجنى أبولو 16
12. رون إيدلز أبولو 17

الذين مشوا على القمر	تاريخ الميلاد	مشى على القمر	أبولو
1. نيل أرمسترونج	30/8/5	69/7/20	11
2. باز ألدرين	30/1/20	69/7/20	11
3. بيت كوتراش	30/7/2	69/11/20-19	12
4. آلان بين	32/3/15	69/11/20-19	12
5. آلان شيرد ★	23/11/18	71/2/6-5	14
6. إد ميتشل	30/9/17	71/2/6-5	14
7. ديف سكوت	32/1/6	71/7/31-29	15، 9
8. جيم إيروين	30/3/17	71/7/31-29	15
9. جون يونج	30/9/24	72/4/23-20	16، 10
10. تشارلى ديوك ★★	35/10/3	72/4/23-20	16
11. بوجين ميرنان	34/3/14	72/12/14-11	17، 10
12. هاريسون شميت	35/7/3	72/12/14-11	17

★ الأكسبر ★★ الأصفر



## الكشاف

الأرقام المكتوبة بالخط الثقيل تشير إلى صور

(أ)

الاتصالات 10، 11  
الارتطامات 17، 19، 21، 25، 29  
الأرض 10-12، 13، 24، 37، 45، 49  
الأفق 59  
الأوجه 40-41، 41  
بداية النشأة 14، 15، 58  
تكون 15  
خط الاستواء 38، 39  
الدوران 39  
طول اليوم 16  
غلاف الجوى 9  
القشرة 16  
المجال المغناطيسى 50، 59  
مدارها حول الشمس 41  
المركز 15  
الوشاح 15، 16  
أرمسترونج، نيل 52، 61  
الإشعاع 27-28، 50، 55، 58  
أحزمة فان ألين الإشعاعية 50، 59  
الجرعات (الريم) 49، 50، 59  
إعادة التدوير 12، 30، 31، 54  
أكسجين 20-21، 24، 25-26، 59  
السائل 30، 45، 59  
المصنع 30، 30، 31، 46  
الألمونيوم 20-21، 25-26، 29  
أنديرز، بيل 9، 10، 11، 61  
الأنشطة والتجارب 23، 33، 47، 56-57  
انعدام الوزن 7، 10، 52  
أنورثوسايت (صخرة من القمر) 17، 21، 26، 29، 58  
ايروين، جيم 61  
إيفان، رون 61

(ب)

البازلت 21، 25، 29، 29، 58  
البحث والاستكشاف الفضائي 12، 34، 36  
برتشياس، 33، 58 كالسيوم 20، 21، 25  
البلوتونيوم 27

بورمان فرانك 9، 11، 61

بين، ألان 52، 61

بيندر، ألان 15-16، 25، 29، 30-32

(ت)

تايلور، جى جيفرى 27  
التحكم فى الرحلة 11، 40، 45  
التحليل الكهربائى 26، 58، 59، 60  
تخزين النفايات النووية 27، 28  
تلسكوب راديوى  
تيتانيوم 20-21، 25، 29، 30، 59

(ث)

الثلج 31  
تعددين تحت 32  
الجاذبية 9-10، 16-17، 35، 51-53، 55، 60  
الجبال 12، 17-18، 25، 27، 43، 59، 60  
جوردون، ريتشارد 61

(ح)

الحديد 15، 20-21، 29، 30، 58

(خ)

الخرائط  
القمر 29، 42-43  
خلايا الوقود 25-27، 45، 53، 55، 58

(د)

دراكو (كوكبة) 44  
الدرين، بظ 52، 61  
ديسكريت 19  
ديوك، تشارلى 19، 61

(ر)

رحلات أبوللو 7، 12-13، 18-19، 19، 35-36، 60  
أبوللو 8 9-10، 10-11، 13، 36، 61  
أبوللو 9 61  
أبوللو 10 12، 61  
أبوللو 11 29، 52، 61  
أبوللو 12 22، 61  
أبوللو 13 61  
أبوللو 14 49، 50، 53، 61  
أبوللو 15 59، 61  
أبوللو 16 19، 53، 54، 55، 61  
أبوللو 17 22، 29، 53، 58، 60، 61  
التحكم 11، 40، 45



رواد أبوللو 7، 9-13، 17، 19، 32، 36، 40، 43، 60، 61

بدل الفضاء والقفزات 9، 52، 53

جرعات إشعاع 49-50، 59

مدارات القمر 11، 61

المشي على سطح القمر 40، 52، 60-61، 61

الروبوتات 32، 45، 46

روزا، ستيوارت 61

روسيا

مواقع إطلاق 40، 46

ريجوليث 18-19، 21، 27-28، 30، 49-50، 58-60

(ز)

زلازل القمر 27

الزهرة 15

(س)

ستافورد، توم 61

السديم 15

سفن أبوللو انظر رحلات أبوللو، وحدة القيادة والخدمات

سكوت، ديف 13، 59، 61

سويجرت، جون 61

السياحة 36، 43

سيرنان، جين 60-61، 61

السيليكون 20-21، 25-26، 29، 29

(ش)

الشمس 15، 17، 27

شميت، هاريسون 21-22، 53، 55، 61

شوميكر، يوجين 32، 59

شيبارد، الان 61

(ص)

صخور القمر 15، 16، 18، 20، 59-60

عديمة المياه 16، 24، 25، 28، 31 انظر أيضا

أنورثوسايت، البازلت، برتشياس، ريجوليث

الصخور انظر صخور القمر

الصواريخ 9-10، 35، 46، 59

إطلاق 7، 9-10، 11، 40، 46

التكاليف 25، 36

نوافذ الإطلاق 38، 39، 59

ساتورن 5، 9، 10-11، 35، 59

الوقود 9-10، 35، 46، 59

(ط)

الطاقة الشمسية 24-25، 26، 26، 27، 45، 58

الطاقة النووية 26، 27-28، 28، 30، 45، 58

الطاقة أنظر كهرباء، خلايا الوقود، طاقة النووية

(غ)

الغازات 15 (انظر أيضا) هليوم 3، الهيدروجين، الأكسجين

(ف)

الفلزات 12، 18، 29، 40 (انظر أيضا) الألمونيوم، الحديد،

البلوتونيوم، التيتانيوم، اليورانيوم

الفوهات 18، 21، 37، 31، 32، 39، 44-45، 49، 53،

أريستاركوس 29

تايكو 29

الحافة الشمالية (نورث ريم) 19

كوبرنيكوس 16، 17، 22

(ق)

القمر 2-3، 4-5، 16، 17

الأشعة المنعكسة من الأرض 9، 42

الأفق 59

الأوجه 2-3، 8، 9، 40-41، 41

تجارب القيادة على 54، 55

التربة 12، 22

التكوين 14، 15، 16-17، 58

الجانب البعيد 40، 43، 44، 58

الجانب القريب 4-5، 10، 29، 40، 42، 44، 59

الجوال 27، 45، 46، 53، 54-55، 56-57

الحياة على انظر القواعد الأمامية

خط الاستواء 39

درجات حرارة 32، 49، 55، 60

الرحلات إلى 36

رسم خرائط 12

الشواظ الشمسي 50، 50

الصخور المنصهرة 17، 31

ضوء الشمس 25، 45، 58

طول الليل 25، 39، 49، 54، 58-59

طول اليوم 25، 40، 49، 54، 58

الظلال 9، 10

القشرة 17-18، 21-22، 29، 44، 58

قطبي 25، 32، 40، 43-45، 49

القطر 60

القلب 15، 16، 17، 50

الكتلة 60

مدار حول الأرض 16، 38، 39، 40-41، 44، 53،

60

المسافة من الأرض 17، 38، 47، 58، 59، 60



## منطقة السطح 60

النزاعات حول أراضي 36

نقص الهواء 4، 28، 44، 49، 50، 51

الوشاح 15

القواعد الأمامية 12-13، 26، 31، 36-37، 40، 45، 46،

48-49

## (ك)

كازاخستان

إطلاق الصواريخ 40، 46

الكالسيوم 20، 21، 25

الكهرباء 25-26، 27، 30، 45، 58

الكواكب 15، 44، 59

كولينز ، مايك 61

كونراد ، بيت 61

## (ل)

لوفل ، جيم 9، 61

## (م)

الماء 12، 16، 25، 28، 31، 58

إعادة التدوير 31، 54

صناعة الـ 12

ماتينجلي ، كين 61

ماريا 19، 21، 29، 40، 58

امبريوم 18، 27، 59

سيرينتايس 16، 17

المجال المغناطيسي 40، 44، 50، 59

المجموعة الشمسية 12، 17، 35، 58

محطات الفضاء 12، 36-37، 45، 59

محطة الفضاء الدولية 36، 37، 59

المدن القمرية انظر قواعد الأمامية

مركبة الفضاء 31، 32، 35، 38، 39، 59 ( انظر أيضا

رحلات أبولو، مركبة الفضاء

سيوز، المسكشف الفضائي ، مكوكات الفضاء

مركبة الفضاء سيوز 35، 59

مركز كنيدى للفضاء ، قاعدة كيب كانيفرال ( فلوريدا) 7، 39

المريخ 15

## مشروع أرتيميس 45

المعادن 12، 15، 17، 21، 29 (انظر أيضا الكالسيوم،

الألومينايت، الماغنسيوم ، السيليكون)

الماغنسيوم 20-21، 25، 29، 58

مكوكات الفضاء 12، 26، 36

المنقب القمرى عن المعادن 31، 32، 59

ميتشل ، اد 53، 61

المينايت 30-31، 59

## (ن)

النجوم 2-3، 10

القطب الشمالى 44، 59

المجموعات 44

النشاط البركانى

الحمم 16، 17، 20، 21-22، 58، 59

نافورات النار 20، 21-22، 58،

نظرية الارتظام الرهيب 14، 15، 16، 58

النيازك 15، 25

## (هـ)

هادلى (جبل) 58، 59

هاسكين ، لارى 18-19

هاواى

نافورات النار 20، 21

الهليوم 3 28، 45، 55، 58

الهيدروجين 12، 25، 30، 58

هيز ، فريد 61

## (و)

الوحدات القمرية 35، 54، 59

وحدة القيادة والخدمات 35، 36، 37

ووردن ، الفريد 61

الوقت 16

وكالة الفضاء والطيران الأمريكية 7، 54

## (ى)

يانج ، جون 12-13، 53، 54، 55، 61

ينجست ، ايلين 21

اليورانيوم 27















ماذا لو اعتبرنا القمر وطنًا لنا؟، ربما سنقول :

- سنتنفس الهواء من الصخور.

- سنقود جوال القمر لزيارة أصدقائنا.

- سنضع أجنحة ونطير داخل المستعمرة القمرية على سبيل ممارسة بعض التدريبات الرياضية.

- سنقضى الإجازة في الجانب الآخر من القمر لنلقى نظرة على الكون الفسيح.

في هذا الكتاب تقدم لنا المؤلفة صورة لما سيكون عليه الحال لو أن البشر استطاعوا أن ينشئوا مجتمعات على سطح القمر.

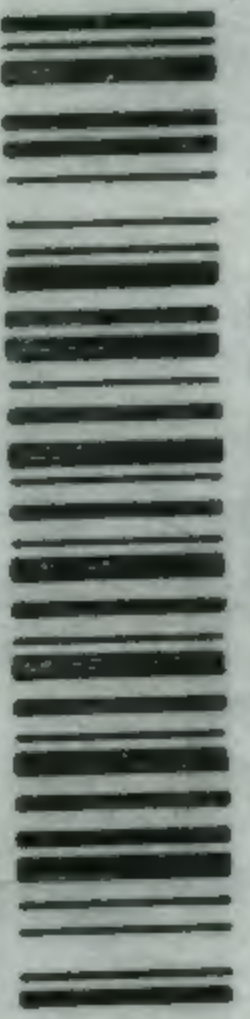
كتاب يأخذنا إلى آفاق بعيدة من الخيال المبني على العلم.



رائد الفضاء الأمريكي جون يانج عام 1972 -رحلة أبولو 16 - يتحرك ببطء على

سطح القمر ضئيل الجاذبية، بعد قفزة ليحيى علم بلاده

Bibliotheca Alexandrina



0666346